UEBER DEN EINFLUSS

DER

MUSKELARBEIT AUF DIE HERZTHÄTIGKEIT

MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG

DES ERHOLUNGSVORGANGES UND DER GEWÖHNUNG DES HERZENS AN EINE BESTIMMTE ARBEIT.

I. MITTHEILUNG

UNTERSUCHUNG AN GESUNDEN INDIVIDUEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

VORGELEGT DER

HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT ZU BASEL

VON

AUGUST STAEHELIN,

MED. PRACT. ASSISTENZARZT DER MEDIC. KLINIK.

(MIT 9 CURVEN IM TEXT UND 2 TAFELN.)

NAUMBURG a. S.,
LIPPERT & CO. (G. PÄTZ'SCHE BUCHDR.)
1897.

UEBER DEN EINFLUSS

DER

MUSKELARBEIT AUF DIE HERZTHÄTIGKEIT

MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG

DES ERHOLUNGSVORGANGES UND DER GEWÖHNUNG DES HERZENS AN EINE BESTIMMTE ARBEIT.

I. MITTHEILUNG

UNTERSUCHUNG AN GESUNDEN INDIVIDUEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

VORGELEGT DER

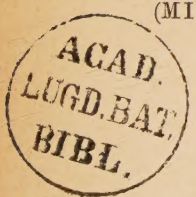
HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT ZU BASEL

VON

AUGUST STAEHELIN,

MED. PRACT. ASSISTENZARZT DER MEDIC. KLINIK.

(MIT 9 CURVEN IM TEXT UND 2 TAFELN.)



NAUMBURG a. S.,
LIPPERT & CO. (G. PÄTZ'SCHE BUCHDR.)
1897.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548622_0062

Seinem verehrten Lehrer

Herrn Professor Dr. Immermann

in Hochachtung und Dankbarkeit

gewidmet.

Die von H. Christ[1]) im Jahre 1894 veröffentlichten Untersuchungen haben gezeigt, dass, wenn auch die Frequenz der Herzschläge mit der Steigerung der Arbeitsleistung zunimmt, die Wirkung dieses Factors doch keine ganz gleichmässige ist. Der Parallelismus zwischen Grösse der Muskelarbeit und Zunahme der Pulsfrequenz lässt sich nur aus der Betrachtung der ganzen Versuchsreihe grob erkennen, während zwischen den einzelnen Versuchen erhebliche Differenzen auftreten. Es fallen nämlich die Resultate nicht nur bei verschiedenen Versuchsindividuen innerhalb einer Versuchsreihe mit ungefähr gleicher Arbeit verschieden aus, sondern man kann auch bei ein und derselben Person erhebliche Abweichungen in der Grösse der Herzreaction beobachten. Kann doch in einigen Fällen das umgekehrte Verhältniss zwischen Muskelarbeit und Pulsfrequenz eintreten, so dass bei zwei Versuchen mit verschiedener Arbeit eine grössere Zunahme der Pulsfrequenz auf eine kleinere Arbeit erfolgt.

Es schien uns von Interesse, die Ursache dieser Abweichungen etwas näher zu erforschen, um festzustellen, ob dieselben vielleicht zum Theil auf eine mangelhafte Versuchstechnik zurückzuführen seien, oder ob nicht andere Factoren, je nach dem momentanen

1) H. Christ, Ueber den Einfluss der Muskelarbeit auf die Herzthätigkeit. J. D. Basel 1894.

Zustand der Versuchsperson, das Resultat in so erheblichem Maasse beeinflussen können. In diesem letzten Fall wäre es selbstverständlich unsere Aufgabe gewesen, die verschiedenen, hier in Betracht kommenden Momente zu untersuchen und den Grad ihrer Bedeutung zu bestimmen.

Unsere Versuche wurden in ganz ähnlicher Weise wie die von H. Christ angestellt. Zur Arbeitsleistung wurde ebenfalls der von ihm benutzte Ergostat verwendet, und die Pulsuntersuchung vor und nach geleisteter Arbeit mit dem Sphygmochronographen vorgenommen. Auf die Einzelheiten der Versuchstechnik wurde die grösste Sorgfalt verwendet, um auf diese Weise möglichst mit einander vergleichbare Resultate zu erhalten. Wir stellten also die Versuche beim gleichen Individuum womöglich zu derselben Tagesstunde an, wobei wir sorgfältig darauf achteten, dass die Versuchszeit nicht unmittelbar in die Stunden nach der Mahlzeit fiel, oder die Arbeitsleistung gleich nach einer sonstigen in Betracht kommenden Muskelarbeit geschah. Jedem Versuch ging eine gehörige Ruhepause voran, indem wir die betreffenden Versuchspersonen zunächst 10 bis 15 Minuten ruhig sitzen, dann langsam aufstehen liessen, um nach weitern 5 Minuten die erste Curve (Pulsfrequenz vor der Arbeit) aufzunehmen.

Christ hatte die meisten seiner Pulsuntersuchungen in sitzender Stellung der Versuchspersonen vorgenommen; da wir jedoch schon bei den ersten Versuchen die Beobachtung machten, dass die auf Muskelarbeit eintretende Reaction des Herzens eine rasch vorübergehende ist, und die Erholung sofort nach beendigter Muskelleistung beginnt, so hielten wir es im Interesse der unmittelbaren Beobachtung für zweckmässiger, alle Versuche stehend vorzunehmen. Die Rückkehr nach geleisteter Tretarbeit in die sitzende Stellung ist, so rasch sie auch stattfinden mag, doch stets mit einem mehr oder weniger grossen Zeitverlust verbunden, während wir es bei unsern Versuchen fertig brachten, die Beobachtung unmittelbar nach Beendigung der Arbeit mit einem Zeitverlust von höchstens 2 Secunden anzustellen. So war es uns auch möglich, ein sehr getreues Bild der Veränderungen des Pulses nach beendigter Arbeit zu erhalten.

Bei der Anstellung unserer Versuche haben wir weniger auf eine vollständige Graduierung der Muskelleistung, als auf eine allmählich bei den verschiedenen Individuen immer grösser werdende Arbeit, abgezielt, vielmehr suchten wir die Einzelbeobachtungen möglichst vergleichbar zu gestalten. Aus diesem Grunde begnügten wir uns mit 3 Gruppen von Arbeitsleistungen: Eine erste Gruppe mit einer kleinen Arbeit von etwa 1000 Kilogrammeter, eine zweite

mit einer mittlern Arbeit von etwa 4500 Kilogrammeter, und eine dritte mit einer grossen Arbeit von 10000 Kilogrammeter. Bei dieser Versuchsanordnung ist der Einfluss der verschiedenen Arbeitsleistungen dennoch deutlich wahrnehmbar, während die individuellen Differenzen mit aller Schärfe hervortreten. Es ist hierzu noch zu bemerken, dass bei der letzten Gruppe mit grosser Arbeit die Versuche mit Belastung der betreffenden Versuchsperson ausgeführt wurden. Die Belastung (15 kg) bestand aus mit Schrot gefüllten Säckchen und wurde auf beide Schultern gleichmässig vertheilt; zweckmässig angebrachte Tragen verhinderten, dass die Athmung durch das Gewicht irgendwie beeinträchtigt werden konnte. Auf diese Weise konnte die gleiche Arbeit in kürzerer Zeit ausgeführt werden und wir überzeugten uns durch eine Anzahl von Versuchen, dass die Belastung, wenn sie keine übermässige ist, keine wahrnehmbaren Differenzen in der Reaction des Herzens hervorbringt, indem die kürzere Arbeitszeit das grössere zu hebende Gewicht ausgleicht.

Die geleistete Arbeit wird bestimmt durch Multiplication der Anzahl der Tritte (n) mit dem Körpergewicht (K) und der Tritthöhe (0,2 m). Allerdings erhält man so nicht die Gesammtleistung, da die zur Erhaltung des Gleichgewichts sowie die vom Herzen und der Athmungsmusculatur geleistete Arbeit nicht mitgerechnet wird. Im Verhältniss zur Gesammtarbeit können wir aber diese Leistungen für die verschiedenen Versuchsreihen als ziemlich constant und nur innerhalb enger Grenzen schwankend ansehen, so dass die blosse Bestimmung der willkührlich geleisteten Arbeit für unsern Zweck, wo es eigentlich nur auf die Gewinnung relativer unter einander vergleichbarer Grössen ankam, genügen dürfte.

Was endlich die Messung der Pulscurven anbetrifft, so wurde dieselbe so vorgenommen, dass die Pulsfrequenz für je drei aufeinander folgende Abschnitte von 10 Secunden genau gemessen wurde; durch Addition dieser drei Zahlen erhielten wir die Pulsfrequenz für eine halbe Minute, welche mit zwei multiplicirt die Frequenz pro Minute ergibt.[1]) An eine Messung jeder einzelnen Pulsation konnte bei der grossen Anzahl von Curven (im Ganzen wurden über 1500 Sphygmogramme aufgenommen) nicht gedacht werden. Es hätten dadurch die Ergebnisse auch bedeutend an

1) Wir haben die Berechnung der Frequenz pro Minute gewählt, weil eine solche Bezeichnung mehr der gewohnten Ausdrucksweise entspricht. Diese Art der Berechnung bringt es allerdings mit sich, dass die sofort nach Muskelarbeit beobachteten Frequenzen etwas zu hoch ausfallen (s. später).

Uebersichtlichkeit verloren, während nach unserer Methode die durchschnittliche Pulsfrequenz sich nicht nur rasch und genau bestimmen lässt, sondern, wie wir später noch sehen werden, das allgemeine Bild ihrer Variationen innerhalb einer halben Minute deutlich hervortritt. Gewisse Einzelheiten der Curvenreihe werden allerdings so bis zu einem gewissen Grade verwischt; wir haben deshalb für die Untersuchung specieller wichtiger Punkte doch die Zeitdauer jeder einzelnen Pulsation nach der von von der Mühll angegebenen Methode bestimmen müssen.

Die hier mitzutheilenden Beobachtungen wurden ausschliesslich an gesunden oder scheinbar gesunden Individuen gemacht. Es schien uns durchaus nothwendig die Verhältnisse bei Gesunden in erster Linie möglichst genau festzustellen, um so ein zuverlässiges Vergleichsobjekt für spätere Untersuchungen an pathologischen Fällen zu gewinnen. Wir behalten uns vor in einer spätern Mittheilung die Resultate unserer Versuche an Kranken und Reconvalescenten zu veröffentlichen.

I. Einfluss der Muskelthätigkeit auf die Pulsfrequenz.

Die in der oben angegebenen Weise zur Untersuchung dieser Frage angestellten Versuche haben wir in der folgenden Tabelle I so zusammengestellt, dass wir nur die Pulfsrequenz vor und diejenige sofort nach geleisteter Arbeit verzeichneten und zwar stellen die hier mitgeteilten Zahlen immer nur den ersten Versuch einer an demselben Individuum vorgenommenen Versuchsreihe dar. Die folgenden Versuche lassen wir hier einstweilen unberücksichtigt, da dieselben zur Beantwortung einer später zu erörternden Frage gestellt wurden.

Die Tabelle I ist in drei Unterabtheilungen getheilt: Die erste enthält die Versuche mit kleiner Arbeit (ca. 1000 Kilogrammeter), die zweite diejenigen mit mittlerer (4500 Kilogrammeter) und die dritte diejenigen mit grosser Arbeit (10000 Kilogrammeter). (S. Tabelle I Seite 5.)

Unsere Beobachtungen stimmen insofern mit denen von H. Christ überein, als wir mit der Zunahme der geleisteten Arbeit eine entsprechende Steigerung der Pulsfrequenz nach der Arbeit eintreten sehen. Wie aus den mitgetheilten Zahlen ersichtlich, nimmt nach kleiner Arbeit die Pulsfrequenz in einigen Fällen nur wenig, in anderen allerdings etwas mehr zu. Immerhin ist die durchschnittliche Zunahme eine viel geringere als nach mittlerer Arbeit,

Tabelle I.

Nummer des Falles	Name	Pulsfrequenz Vor Arbeit	Pulsfrequenz Sofort nach Arbeit	Zunahme	Arbeits- Grösse in kgmm	Arbeits- Zeit in Minuten	Belastung in kg
248	*Burckhardt*	72	78	6	1008	2 Min. 35 Sec.	
251	*Karcher*	65	71	6	1000	2 „ 2 „	
253	*K . . .*	91	109	18	998	1 „ 55 „	
270	*Staehelin*	58	80	22	1054	1 „ 45 „	
66	*Bührer*	71	96	25	4492	7 „ 14 „	
269	*Burckhardt*	74	92	18	4536	10 „ 10 „	
52	*Dr. Jaquet*	78	128	50	4500	6 „ 20 „	
63	*K . . .*	77	113	36	4590	7 „ 35 „	
72	*Kreis*	83	124	41	4496	7 „ 43 „	
57	*Maurer*	75	105	30	4508	8 „ 2 „	
	Neuweiler	84	119	35	3495	6 „ 12 „	
59	*Dr. Suter*	75	96	21	4505	6 „ 32 „	
183	*Frei*	74	130	66	10005	14 „ 28 „	15 kg
130	*Dr. Jaquet*	77	135	58	10007	13 „ 32 „	15 „
149	*Karcher*	67	114	47	10004	14 „ 32 „	15 „
168	*K . . .*	91	140	49	10016	13 „ 56 „	15 „
144	*Maurer*	74	153	79	10042	13 „ 53 „	15 „
202	*Staehelin*	61	133	72	9990	13 „ 34 „	15 „

während sie nach grosser Arbeit schon ganz bedeutend wird. Es wäre entschieden zu weit gegangen, von einem proportionalen Verhältniss zwischen Arbeit und Pulsfrequenz zu sprechen, denn wir finden bereits bei kleiner Arbeit in einigen Fällen eine Zunahme des Pulses, welche nicht viel unter der geringsten bei mittlerer Arbeit beobachteten steht, oder gleich derselben ist.

Die Differenz zwischen der kleinsten und der grössten Zunahme beträgt in der ersten Gruppe 16, in der zweiten 29, (wir sehen hier von Fall 269 ab, da die Arbeit beträchtlich langsamer als in den andern Fällen ausgeführt wurde, und so ein strenger Vergleich nicht gezogen werden darf) und in der dritten Gruppe sogar 32 Pulsationen. Die in der Einleitung zu dieser Arbeit ausgesprochene, übrigens von Christ ebenfalls getheilte Vermuthung, welche die Ursache der abweichenden Resultate bei verschiedenen Individuen, zum Theil wenigstens, in einer ungenügenden Beherrschung der Versuchstechnik erblickt, ist nach den vorliegenden Versuchen von der Hand zu weisen. Es bestehen thatsächlich erhebliche individuelle Differenzen, deren Grund in der Verschiedenheit der constitutionellen Anlage gesucht werden muss. Dieses Resultat stimmt auch mit den Ergebnissen der alltäglichen Beobachtung überein, indem wir jeden Augenblick Gelegenheit haben, die grössten Unterschiede in der Leistungsfähigkeit gesunder Individuen

wahrzunehmen. Mit unsern Versuchen war bloss die Absicht verbunden, zu bestimmen, innerhalb welcher Grenzen sich diese Differenzen bei jungen, gesunden Männern bewegen.

Wie weit überhaupt die Zunahme der Pulsfrequenz gehen kann, lässt sich aus unsern Versuchen nicht mit voller Bestimmtheit angeben. Die höchsten Werthe, die wir zu beobachten Gelegenheit hatten, waren im Fall Nr. 144 (Maurer) 153 Pulsationen, und in einem später mitgetheilten Fall Nr. 156 (Dr. Jaquet) 156 Pulsationen pro Minute. Diese Grenze wurde auch in keinem der von Christ untersuchten normalen Fälle überschritten. Nur bei Typhusreconvalescenten fand er einmal nach Arbeit 160 und ein anderes Mal 167 Pulsationen pro Minute. Die Angabe von Trautweiler,[1]) der bei 170 Schlägen pro Minute die Grenze der Leistungsfähigkeit des Herzens setzt, dürfte also wohl richtig sein. Daraus sehen wir aber, dass das Herz anfänglich für eine selbst mässige Muskelarbeit sehr empfindlich ist, und dass mit der Zunahme der Arbeit die Pulsfrequenz rasch in die Höhe geht. Die Schlagzahl des Herzens erreicht jedoch bald ihr Maximum und jede weitere Arbeit bleibt ohne Einfluss auf dieselbe. In diesem Augenblick tritt das Gefühl von Herzklopfen und eine lebhafte Dyspnoë ein, welche uns bald zur Sistirung der Arbeit zwingt. Wir werden später noch auf den Zustand des Herzens in jenem Moment und auf die Bedeutung dieser hochgradigen Tachycardie für den allgemeinen Kreislauf zurückkommen.

II. Die Erholung des Herzens nach Muskelarbeit.

Von ebenso grosser practischer Bedeutung wie die unmittelbare Reaction des Herzens auf Muskelthätigkeit ist die Frage der Erholung dieses Organs nach beendeter Arbeit. Die individuellen Verschiedenheiten äussern sich eben nicht nur in einer sehr wechselnden Empfindlichkeit des Herzens, sondern auch in seiner mehr oder weniger grossen Fähigkeit, zum früheren Gleichgewichtszustand zurückzukehren. Während bei gewissen kräftigen Individuen die Wirkung einer sogar erheblichen Anstrengung nach kurzer Zeit spurlos verschwunden ist, machen sich bei andern weniger widerstandsfähigen Personen die Folgen einer Muskelarbeit an der anhaltenden Beschleunigung des Pulses, an der Neigung

1) A. Trautweiler, Beiträge zur Mechanik und Physiologie des Bergsteigens. Jahrbuch S. A. C. 1883/84.

zu Palpitationen bei der geringsten Anstrengung längere Zeit hindurch bemerkbar: ein Zeichen, dass das Herz immer noch unter dem Einfluss der geleisteten Arbeit steht und sich noch nicht völlig erholt hat. Aus diesem Grund hielten wir es für wichtig, den Erholungsvorgang des durch die Arbeit erregten Herzens etwas näher zu untersuchen, um so mehr, als dieser Punkt bisher noch wenig Beachtung gefunden hat.

Will man die Schwankungen der Pulsfrequenz, welche in der auf Arbeit folgenden Erholungsperiode eintreten, richtig beurtheilen, so ist es vor allem nothwendig die Pulsschwankungen, welche normalerweise, bei völliger Körperruhe vorkommen, genau zu kennen. In einer besonderen Versuchsreihe haben wir aus diesem Grund den Puls einiger unserer Versuchspersonen bei völliger körperlicher und psychischer Ruhe während einer Viertelstunde beobachtet, indem wir in Intervallen von je drei zu drei Minuten eine Pulscurve aufnahmen.

Tabelle II.

Name	Puls beobachtet in Ruhe von 3 zu 3 Minuten										Grösste Differenz zwischen zwei Beobachtungen überhaupt.	Grösste Differenz zwischen zwei benachbarten Beobachtungen.
	I		II		III		VI		V			
	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.		
	10,64		10,67		11,10		11,00		11,57			
Bührer	10,74	64,24	10,85	64,60	10,92	66,40	11,43	67,26	10,89	66,42	**3,02**	**1,80**
	10,74		10,78		11,18		11,20		10,75			
	11,73		12,95		12,46		12,58					
Burckhardt	11,77	70,84	12,49	76,14	12,48	74,46	11,94	72,90			**5,3**	**5,3**
	11,92		12,63		12,29		11,93					
	12,83		13,10		12,68		13,03		12,14			
Dr. Jaquet	13,09	79,66	12,53	77,46	12,69	76,00	12,82	78,36	11,83	71,76	**7,9**	**6,60**
	13,91		13,10		12,63		13,33		11,91			
	14,26		13,86		13,90		14,15		13,71			
K . . .	13,55	83,48	13,70	82,96	14,55	86,08	13,57	83,82	14,61	82,92	**3,16**	**3,12**
	13,93		13,92		14,59		14,19		13,14			
	9,89		10,25		10,33		9,26		9,83			
Karcher	10,16	58,44	10,40	62,14	10,18	61,78	9,33	56,18	9,52	58,26	**5,96**	**5,60**
	9,17		10,42		10,38		9,50		9,78			
	12,89		13,27		13,51		13,57		13,86			
Dr. Suter	12,86	77,92	13,48	78,88	13,62	80,04	13,40	80,86	13,77	82,60	**4,68**	**1,74**
	13,21		12,69		12,89		13,46		13,67			
	9,54		9,18		10,36		9,77					
Staehelin	8,74	54,38	9,18	56,42	10,46	62,16	9,55	58,60			**5,74**	**7,78**
	8,91		9,85		10,26		9,98					

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass innerhalb einer relativ kurzen Zeit bei gesunden Individuen Schwankungen der Pulsfrequenz von 3—8 Pulsationen ohne irgend welche nachweisbare Ursache vorkommen. Bleuler und Lehmann[1]) haben bei ihren Versuchen Schwankungen bis zu 5 Pulsationen beobachtet. Die genannten Autoren führen jedoch diese Schwankungen auf äussere Umstände, wie Variiren der Körperbedeckung etc., zurück. Es unterliegt aber keinem Zweifel, dass bei Ausschluss aller mechanisch wirkenden Factoren, durch ganz geringe psychische Erregung allein, eine Aenderung der Pulsfrequenz eintreten kann. So haben wir an uns selbst die Beobachtung einer willkürlichen Beeinflussung der Pulsfrequenz durch Autosuggestion machen können. Viel deutlicher tritt dieser psychische Einfluss auf das Herz nach geleisteter Arbeit, wo dasselbe sich noch in einem labilen Zustand befindet, hervor. Hier genügen schon geringe Reize, wie das Vorbeifahren eines Wagens auf der benachbarten Strasse, das Schliessen einer Thüre, das Eintreten einer andern Person in das Versuchszimmer u. s. w., um für kurze Zeit die Pulsfrequenz, sei es in beschleunigendem oder in verlangsamendem Sinne, zu beeinflussen.

Zur genauen Verfolgung des Erholungsvorganges haben wir bei unsern Versuchspersonen den Puls sofort, 2 — 5 — 10 — 15 Minuten nach geleisteter Arbeit untersucht. Bei den Versuchen mit grösserer Arbeit stellte es sich jedoch heraus, dass sogar nach 15 Minuten die ursprüngliche Pulsfrequenz in den meisten Fällen noch nicht erreicht war, und so setzten wir unsere Beobachtungen bis 30 Minuten nach Vollendung der Arbeit fort.

Bei der grossen Zahl der hierher gehörenden Versuche und der Menge von Einzeldaten würde eine ausführliche Wiedergabe der Versuchsprotokolle im Text die Uebersichtlichkeit erheblich stören. Wir haben es aus diesem Grunde vorgezogen, an dieser Stelle bloss die Resultate unserer Versuche tabellarisch zusammen zu stellen, während wir die übrigen Versuchsdaten in einem Anhang am Ende der Arbeit vereinigt haben. Zugleich geben wir der Raumersparniss wegen und um Wiederholungen zu vermeiden, hier gleich die Resultate sämmtlicher Versuche, welche zur Erläuterung des folgenden Abschnittes dieser Arbeit: „über die Gewöhnung des Herzens an Muskelarbeit", ebenfalls Verwendung finden sollen.

Die nachstehenden Tabellen sind folgendermassen zusammengesetzt. Die erste horizontale Linie enthält die Versuchsnummer,

1) Bleuler und Lehmann. Arch. f. Hygiene 3, 1885, S. 215.

welche das Aufsuchen der Originalzahlen im Anhang ermöglicht. In der zweiten horizontalen Linie haben wir die Pulsfrequenz vor Arbeit verzeichnet, während wir in den darunter befindlichen Rubriken nicht mehr die absoluten Pulszahlen, sondern der bessern Uebersicht wegen bloss die Abweichungen, Zu- oder Abnahme, von der ursprünglichen Pulsfrequenz sofort, 2 — 5 — 10 etc. Minuten nach vollführter Arbeit notirt haben.

Tabelle III.

I. Versuchsreihe.

Geleistete Arbeit = ca. 1000 Kilogrammeter.

1. Burckhardt Max, cand. med. 22 Jahre, gesund.

Versuchsnummer:		248	249	250	252	254
Frequenz vor Arbeit		**72,90**	**73,66**	**72,66**	**69,38**	**75,50**
Differenz nach Arbeit	Sofort	6,06	7,22	8,20	11,00	8,04
	2 Min.	—3,60	—5,22	2,16	2,54	1,88
	5 Min.	—1,68	—3,96	0,32	9,92	5,56
	10 Min.	—1,16	—7,06	—3,32	2,94	—0,76
	15 Min.	1,0	—4,02	1,76	4,12	—3,06

2. Karcher Hans, Arzt 25 Jahre, gesund.

Versuchsnummer:		251	256	259
Frequenz vor Arbeit		**65**	**74**	**79**
Differenz nach Arbeit	Sofort	6	10	11
	2 Min.	—6	—6	—9
	5 Min.	—1	1	—2
	10 Min.	—1	—2	—3
	15 Min.	—2	2	

3. K., cand. med. 24 Jahre.

Versuchsnummer:		253	255	257	258
Frequenz vor Arbeit		91,38	89,70	79,70	89,48
Differenz nach Arbeit	Sofort	17,82	19,66	22,42	15,06
	2 Min.	— 2,20	— 2,98	2,20	1,82
	5 Min.	2,82	— 2,38	2,48	2,50
	10 Min.	— 6,72	0,78	7,14	— 2,96
	15 Min.	— 5,10	— 2,34	4,02	0,32

4. Staehelin, A., Arzt 25 Jahre, gesund.

Versuchsnummer:		270	272
Frequenz vor Arbeit		58,34	61,48
Differenz nach Arbeit	Sofort	21,78	24,08
	2 Min.	— 3,36	— 2,72
	5 Min.	— 2,36	0,70
	10 Min.	— 3,66	7,12
	15 Min.		5,40

II. Versuchsreihe.

Geleistete Arbeit: ca. 4500 Kilogrammeter.

1. Burckhardt Max, cand. med. 22 Jahre, gesund.

Versuchsnummer:		269	271	273	274
Frequenz vor Arbeit		73,68	82,34	79,94	73,08
Differenz nach Arbeit	Sofort	18,72	15,00	21,82	24,72
	2 Min.	9,70	5,02	10,06	10,16
	5 Min.	6,00	— 1,42	1,36	3,80
	10 Min.	5,82	2,42	— 0,96	7,22
	15 Min.	2,76	— 1,22	— 2,04	
	20 Min.	0,72			

2. Bührer, cand. med. 24 Jahre, gesund.

Versuchsnummer:	48	51	55	58	66	71	75	80	85	91
Frequenz vor Arbeit	67,72	60,50	58,12	66,36	71,22	71,56	65,82	60,74	64,16	62,42
Differenz nach Arbeit: Sofort	6,60	4,10	8,40	19,80	25,32	29,40	32,20	29,50	31,16	28,58
2 Min.	— 5,30	— 4,16	2,22	— 4,34	2,44	5,72	8,00	6,10	4,26	0,14
5 Min.			0,0	— 2,64	9,18	— 4,36	1,28	9,68	3,88	0,56
10 Min.				— 1,48	4,70	— 0,30	2,24	5,70	3,88	0,30
Bemerkungen:	Aufnahme sitzend	Aufnahme sitzend	Aufnahme sitzend	Aufnahme sitzend	Aufnahme stehend					

3. Dr. Jaquet, 32 Jahre, gesund.

Versuchsnummer:	52	56	60	68	82	94	102	111	114	119	122	127
Frequenz vor Arbeit	77,80	74,00	78,80	75,54	72,26	72,56	92,40	76,30	84,42	80,50	90,10	77,34
Differenz nach Arbeit: Sofort	50,24	43,28	41,04	37,80	39,10	32,70	29,78	38,70	38,46	45,14	36,24	30,66
2 Min.	26,88	16,00	9,18	17,00	6,12	15,66	4,10	7,66	8,40	11,58	12,56	9,64
5 Min.	22,82	20,02	14,16	10,02	6,00	12,90	— 4,30	7,10	3,64	9,78	5,74	5,00
10 Min.		8,34	9,04	8,52	10,58	13,00	— 3,98	5,06	0,20	— 0,20	12,46	3,24
15 Min.			5,26									
Bemerkungen:								Mit 15 kg Belastung		Mit 15 kg Belastung	Fühlt sich heute etwas indisponirt	

4. K., cand. med. 24 Jahre.

Versuchsnummer:	63	65	73	79	84	90	97
Frequenz vor Arbeit	77,32	77,60	83,45	73,54	75,88	78,42	76,14
Differenz nach Arbeit: Sofort	36,38	33,98	35,79	24,06	35,68	37,96	38,22
2 Min.	21,38	18,30	9,91	15,64	5,78	9,10	14,34
5 Min.	8,82	11,96	5,73	10,38	0,20	2,98	6,62
10 Min.	11,68	7,70	2,55	5,20	4,08	3,38	3,86

5. Kreis, Oscar, Arzt 25 Jahre, gesund.

Versuchsnummer:		72	76	81	86	92	98
Frequenz vor Arbeit		83,56	74,56	73,32	76,32	73,22	84,00
Differenz nach Arbeit	Sofort	40,44	31,98	29,60	26,88	26,12	25,68
	2 Min.	16,12	1,62	9,86	4,12	6,68	1,14
	5 Min.	6,14	0,38	5,48	4,26	9,06	2,74
	10 Min.	5,76	1,80	8,32	2,26	12,46	— 1,74

6. Dr. Suter, Arzt 27 Jahre, gesund.

Versuchsnummer:		59	62	67	69	78	87	93	100	112	116
Frequenz vor Arbeit		75,00	80,56	96,60	83,86	81,32	91,66	82,48	82,84	78,94	81,06
Differenz nach Arbeit	Sofort	20,82	16,76	17,40	18,28	20,02	12,02	19,08	23,44	25,72	23,04
	2 Min.	14,42	4,62	8,40	8,02	1,90	— 3,28	4,32	12,08	5,58	4,46
	5 Min.	11,92	5,44	7,08	7,40	5,28	0,20	5,34	3,00	5,32	5,40
	10 Min.	9,18	5,38	2,24	2,14	2,10	— 4,70	0,20	4,12	3,26	2,76
Bemerkungen:										Mit 15 kg Belastung	

III. Versuchsreihe.

Geleistete Arbeit ca. 10000 Kilogrammeter.

1. Frei, Albert, cand. med. 23 Jahre, gesund.

Versuchsnummer:		183	187	191	192	195	196	197	198	201
Frequenz vor Arbeit		74,10	78,10	89,34	77,90	77,74	86,50	68,52	72,98	64,94
Differenz nach Arbeit	Sofort	56,70	44,66	58,04	44,76	52,62	52,46	45,24	54,32	44,22
	2 Min.	24,86	22,62	28,66	20,10	23,24	13,52	19,78	14,84	9,80
	5 Min.	21,76	11,90	8,96	16,22	11,20	12,14	14,70	17,90	5,28
	10 Min.	25,80	14,20	8,44	8,84	17,32	4,88	13,10	11,74	8,12
	15 Min.	22,78	14,96	4,22	10,98	12,66	10,84	10,98	12,68	3,24
	20 Min.	14,46	15,04	6,66	7,00	1,78	10,10	6,48	7,18	
	25 Min.	11,26	16,10	8,20	1,24	6,42	— 0,74	3,32	11,88	6,38
	30 Min.	13,88	17,90	— 2,42	— 2,32	2,56	— 2,80		13,88	
Bemerkungen:										

2. Dr. Jaquet, 32 Jahre, gesund.

Versuchsnummer:		130	135	137	142
Frequenz vor Arbeit		**77**,24	**77**,34	**102**,38	**72**,50
Differenz nach Arbeit	Sofort	58,22	55,46	53,84	53,82
	2 Min.	18,56	22,62	24,76	18,26
	5 Min.	18,48	13,50	16,38	12,02
	10 Min.	8,20	13,52	6,94	15,08
	15 Min.	10,84	11,34	— 1,70	12,52
Bemerkungen:				Heute etwas mehr Alkoholgenuss	

3. Maurer Adolf, Laboratoriumsdiener 23 Jahre, gesund.

Versuchsnummer:		144	153	154	156	159	160	162	163	164	167	170	172	174
Frequenz vor Arbeit		**74**,83	**75**,74	**73**,68	**84**,92	**89**,44	**78**,82	**86**,64	**82**,90	**86**,44	**83**,34	**72**,60	**77**,82	**70**,34
Differenz nach Arbeit	Sofort	78,79	49,14	52,74	50,38	39,88	33,64	40,46	38,04	35,72	51,16	24,40	42,42	39,18
	2 Min.	51,77	29,58	32,64	26,42	16.74	20,88	20,80	14,18	18,90	35,42	11,60	22,00	9,00
	5 Min.	36,07	19,12	23,00	24,90	21,00	4,26	12,92	11,52	15,56	22,04	9,92	15,59	18,12
	10 Min.	29,37	17,22	18,60	24,14	10,16	4,86	11,34	8,68	9,52	16,52	11,06	13,86	15,13
	15 Min.	28,17	16,86	16,58	19,02	6,76	6,06	6,44	— 0,32	5,72	10,54	6,46	11,50	12,26
	20 Min.	27,97	12,26	17,78	14,92	7,22	1,82		2,12	7,44	9,00	2,86	13,30	8,48
	25 Min.				13,90	5,68	— 1,94		7,98	— 0,50	2,44		15,46	12,52
	30 Min.	— 6,57			12,02	5,60	— 0,88		5,22	0,82	7,90	3,74	7,86	10,76

4. Karcher H., Arzt, 25 Jahre, gesund.

Versuchsnummer:		149	150	151	152	155	157
Frequenz vor Arbeit		**67**,78	**64**,60	**66**,64	**83**,42	**69**,42	**72**,50
Differenz nach Arbeit	Sofort	44,60	39,06	32,88	37,42	44,78	51,86
	2 Min.	22,98	8,08	13,12	15,14	19,76	23,30
	5 Min.	12,02	5,46	8,10	9,40	14,04	15,52
	10 Min.	13,68	4,16	7,28	6,14	11,16	14,70
	15 Min.	14,38	7,50	6,92	4,56	9,10	8,96
	20 Min.						5,34

5. K . . ., cand. med. 24 Jahre.

Versuchsnummer:		168	176	177	179	182	185	186	190
Frequenz vor Arbeit		91,62	82,90	78,94	94,26	79,78	79,24	74,92	79,84
Differenz nach Arbeit	Sofort	48,76	42,84	55,26	49,54	64,22	49,70	55,10	53,40
	2 Min.	25,40	8,44	14,52	13,48	24,06	14,72	17,50	21,42
	5 Min.	16,38	11,46	11,74	5,96	16,56	13,32	19,72	19,74
	10 Min.	8,74	14,30	10,16	8,52	14,34	11,96	15,32	17,84
	15 Min.	7,04	7,32	13,00	3,22	14,76	13,26	13,32	15,08
	20 Min.	2,44	5,76			15,06	11,36	13,48	16,18
	25 Min.		1,78			11,70	9,84	12,62	7,08
	30 Min.		0,32			8,82	11,28	11,58	13,16

6. Staehelin, A., Arzt, 25 Jahre gesund.

Versuchsnummer:		202	206	208	212	216	220	221	225	228
Frequenz vor Arbeit		61,42	58,72	63,82	60,18	50,48	66,00	66,34	57,96	61,98
Differenz nach Arbeit	Sofort	71,86	62,28	58,38	63,52	51,86	59,20	60,80	70,10	65,78
	2 Min.	39,30	31,62	20,70	26,10	10,42	33,50	31,66	36,52	38,46
	5 Min.	21,34	21,44	12,44	17,14	10,68	19,00	22,26	17,80	14,62
	10 Min.	16,72	20,14	14,98	19,36	13,86	17,64	25,50	22,06	12,30
	15 Min.	9,80	20,28	10,48	14,46	7,70	11,74	16,48	16,46	6,70
	20 Min.	14,48	15,60	10,16	11,28	11,64	11,16	22,90	21,36	4,76
	25 Min.	8,48	14,36	5,64	7,18	4,80	6,72	19,06	13,90	11,66
	30 Min.	3,00	8,34	4,58	6,76	10,16	2,74	13,16	12,60	3,32
Bemerkungen:		5. Casuistik								

Unmittelbar nach Beendigung der Arbeit sinkt bereits die Pulsfequenz in deutlich sichtbarer Weise und zwar meist um 1—3 Pulsationen pro 10 Sec., wie aus den im Anhang mitgetheilten Daten leicht ersehen werden kann. Besonders rapid sinkt sie in den ersten 10 Secunden, um dann im Laufe der ersten halben Minute langsamer aber ununterbrochen weiter abzunehmen. Auch

in der zweiten halben Minute nach Arbeit hält die stetige Abnahme der Pulsfrequenz noch an; leider gestatteten uns die 50 cm langen Papierstreifen nicht, den Puls während einer ganzen Minute zu registriren, so dass wir auch in diesem Falle, aus den für die ersten 30 Sec. gewonnenen Werthen, durch Multiplication mit zwei, die Pulsfrequenz pro Min. berechnen mussten. Auf diese Weise sind die für ganze Minuten berechneten Zahlen, um einige Pulsationen zu hoch ausgefallen. Nur in ganz seltenen Fällen ist im dritten Abschnitt der ersten halben Minute nach Arbeit eine Vermehrung der Pulsschläge gegenüber dem zweiten Abschnitt zu finden. Wir haben diese Vermehrung in unserer ganzen Reihe von Versuchen nur zwei Mal beobachtet (Vers. 254 Burckhardt und Vers. 100 Suter).

Zwei Minuten nach Arbeit ist bei kleiner Muskelleistung die Beschleunigung regelmässig verschwunden; nach 20 und 30 Secunden erhalten wir sogar in einer beträchtlichen Zahl von Fällen Frequenzwerthe, welche denjenigen vor Arbeit sehr nahe kommen. An Stelle der sofort nach Arbeit vorhandenen Beschleunigung können wir sogar öfters eine, wenn auch geringe, jedoch durch ihre Häufigkeit auffallende Verlangsamung des Pulses gegenüber den Ruhewerthen, beobachten. Diese Verlangsamung hält gewöhnlich einige Zeit an, um in einzelnen Fällen wiederum einer schwachen Beschleunigung Platz zu machen. Diese Schwankungen der Frequenz bewegen sich jedoch stets innerhalb der in Ruhe beobachteten Grenzen (siehe Tabelle II). Es scheinen sich hier zwei in ihrer Wirkung entgegengesetzte Factoren gegenüberzustehen, der eine, von der Muskelarbeit abhängig, die Herzarbeit beschleunigend, der andere, der diese Beschleunigung aufzuheben sucht, und dabei in seiner hemmenden Wirkung die Pulsfrequenz sogar unter die in Ruhe beobachteten Werthe herabdrückt.

Bei mittlerer Arbeit spielt sich ebenfalls der Hauptakt des Erholungsvorganges innerhalb der zwei ersten Minuten ab, so dass die Pulsfrequenz nach 2 Minuten in mehreren Fällen bereits oder nahezu zur Norm zurückgekehrt ist. In einem grossen Theil der Fälle besteht aber nach zwei Minuten noch eine deutliche Beschleunigung. Sie verschwindet jedoch im Laufe der nächsten Periode regelmässig, so dass in der grossen Mehrzahl der Fälle schon 10 bis 15 Minuten nach Arbeit die Erholung des Herzens eingetreten ist.

Die Wirkung der grossen Arbeit auf das Herz ist entsprechend der starken Anfangsbeschleunigung auch eine anhaltendere. Nach

2 Minuten ist nirgends Erholung wahrzunehmen, indem in allen Fällen die Pulsfrequenz noch bedeutend über der Norm steht. Selbst nach 5 Minuten treffen wir nur in einer ganz kleinen Anzahl von Fällen Pulszahlen, welche den Ruhewerthen nahe kommen. Wenn die Erholung im Verlaufe der Beobachtungszeit überhaupt eintritt, so treffen wir sie erst nach 15, 20 bis 30 Minuten. In der Mehrzahl der Fälle ist der Erholungsvorgang auch hier ein stetiger; mit jeder neuen Beobachtung sehen wir eine Abnahme der Pulszahl bis zur perfecten Erholung. In einigen Fällen hingegen ist wiederum nach einer mehr oder weniger starken Abnahme der Frequenz eine Neigung zur Beschleunigung zu konstatiren, welche nach kurzer Zeit wieder verschwindet, und vermuthlich durch die gleichen Einflüsse bedingt ist, wie die bei kleiner Arbeit beobachtete Pulsverlangsamung.

III. Einfluss der Wiederholung der Muskelarbeit auf die Herzthätigkeit.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass eine gewisse körperliche Leistung, welche uns Anfangs grosse Anstrengungen mit lebhaftem Herzklopfen und Dyspnoe verursacht hat, unter dem Einfluss der Uebung nach und nach viel leichter und ohne wesentliche Beschwerden verrichtet werden kann. Diese Beobachtung kann man besonders beim Bergsteigen machen, wo die täglichen Fortschritte in Bezug auf körperliche Leistungsfähigkeit besonders in den ersten Tagen eines Aufenthalts in den Bergen oft ganz auffallende sind. Hier handelt es sich nicht nur um die geringere Ermüdbarkeit der Extremitäten- und zunehmende Uebung der Athmungsmuskulatur, sondern das Herz und somit auch die Athmung functioniren bedeutend besser, und die anfänglich leicht sich einstellenden Palpitationen und Respirationsbeschwerden verschwinden bald bei gesunden Individuen vollständig. Dabei wird man leicht an eine Uebungsfähigkeit und Kräftigung des Herzmuskels denken, und es schien uns von Interesse, diesen Vorgang an unsern Versuchsindividuen zu verfolgen.

Die Gewöhnung des Herzens an Muskelarbeit lässt sich nur studiren, wenn man die Versuchspersonen längere Zeit hindurch Tag für Tag eine bestimmte sich gleichbleibende Arbeit, unter möglichstem Ausschluss anderer den Herzmuskel schädigenden Factoren, ausführen lässt. So haben wir auch unsere Versuchspersonen

mehr oder weniger lange Zeit hindurch unter möglichst gleichen Bedingungen die gleiche Arbeit ausführen lassen und die Wirkung der Muskelleistung auf das Herz untersucht. Aus der Betrachtung der ganzen Serie von Versuchen für das gleiche Individuum, hofften wir dann eine eventuelle Uebungsfähigkeit constatiren zu können.

Beim Durchmustern unserer Versuchsserien (siehe Tabelle III und Anhang) fällt vor allem auf, dass unmittelbar nach Arbeit die Pulsbeschleunigung stets eine der Arbeit entsprechend starke ist und mit der Zahl der Versuche keine regelmässige Abnahme erleidet. In einigen Fällen allerdings, so bei Kreis und Suter nach einer Arbeit von 4500 Kilogrammeter, bei Maurer, Karcher und Staehelin nach einer Leistung von 10000 Kilogrammeter nimmt die Pulsfrequenz sofort nach Arbeit während einiger Zeit mehr oder weniger stark ab, um aber am 5. oder 6. Versuchstag sich wieder auf die ursprüngliche Höhe zu schwingen. In den meisten der betreffenden Fälle ist man nicht im Stande, irgend eine Ursache für dieses abnorme Verhalten überhaupt anzugeben. Einen merklichen Unterschied in der Reaction des Herzens nach Muskelarbeit sehen wir in einigen unserer Versuche nur zwischen der ersten und zweiten Arbeitsleistung, wo wir Unterschiede von 10, 15, ja sogar einmal 29 Pulsationen treffen. (Versuch 144 und 153 Maurer.) Der nächstliegende Gedanke ist wohl die Annahme einer gewissen Ungeschicklichkeit beim Arbeiten auf dem Tretapparat, und somit einer grösseren Kraftanwendung zur Erhaltung des Gleichgewichts. Diese Annahme trifft jedoch in verschiedenen Fällen, namentlich bei Maurer und Jaquet nicht zu, da diese beiden Versuchsindividuen bei Anlass zahlreicher früherer Versuche sich die nöthige Uebung im Treten völlig erworben hatten.

Aus diesen Betrachtungen geht also hervor, dass, wenn auch in den meisten Fällen eine mehr oder weniger starke Abnahme der Herzreaction mit der Zahl der Versuche beobachtet werden kann, diese Erscheinung doch nicht regelmässig und deutlich genug hervortritt, als dass wir darin die Hauptwirkung der Uebung des Herzens erblicken dürften, um so mehr als in einer Anzahl von Fällen gar keine Abnahme der Pulsfrequenz sofort nach Arbeit mit der Zahl der Versuche eintritt. Wir können also sagen, dass der mit der Arbeit verbundene herzerregende Factor stets eine kräftige, wenn auch in ihrer Stärke wechselnde Reaction des Herzens hervorruft.

Dagegen lässt sich eine unverkennbare Wirkung der Uebung in der Erholungsfähigkeit des Herzens konstatiren. Verfolgen wir

nämlich den Erholungsvorgang an den verschiedenen Versuchstagen, so sehen wir, dass, während bei den ersten Versuchen selbst längere Zeit noch keine vollständige Erholung zu konstatiren ist, an den späteren Versuchstagen die Erholung schon frühzeitig eintritt. Bereits nach 2 Minuten lässt sich in einer ganzen Anzahl von Fällen in den letzten Versuchen einer Reihe eine entschiedene Abnahme der Beschleunigung im Vergleich zu den ersten Versuchen derselben Reihe feststellen. Nach 5, 10 und besonders nach 15 Minuten wird diese Erscheinung immer deutlicher.

Je nach Anlage und Constitution sind selbstverständlich auch im Erholungsvorgang zwischen den verschiedenen Versuchsindividuen ganz beträchtliche Differenzen zu beobachten. So sehen wir, dass bei mittelstarker Arbeit Bührer und Neuweiler schon am ersten Versuchstag, Suter und Kreis am zweiten, K... am dritten Tag erholt sind, während bei Jaquet erst am 7. Versuchstag die Erholung eine perfecte ist.

Bei der grossen Arbeit von 10 000 Kilogrammeter, wo also über $^1/_4$ Stunde gearbeitet wird, ist der Einfluss der Gewöhnung womöglich noch deutlicher erkennbar. So sehen wir in den Fällen Frei, Maurer und Staehelin wie die nach 2 und 5 Minuten bestimmte Pulsfrequenz mit der Zahl der Versuche stetig abnimmt. Bei ersteren sinkt innerhalb 14 Tage, von geringen Schwankungen abgesehen, die Beschleunigung 2 Minuten nach Arbeit von 25 Pulsationen auf 10 und 5 Minuten nach Arbeit von 22 Pulsationen auf 5. Bei Staehelin fällt die Beschleunigung innerhalb 5 Tage 2 Minuten nach Arbeit von 39 Pulsationen auf 10 und 5 Minuten nach Arbeit von 21 auf 11. Dieselben Differenzen sind bei Maurer zu constatiren, wo während der 14 Tage lang fortgesetzten Arbeit die Pulszunahme 2 Minuten nach Arbeit von 51 auf 9 Pulsationen und 5 Minuten nach Arbeit von 36 auf 18 Pulsationen zurückgeht.

In diesen, sowie in den übrigen Fällen dieser Serie tritt endlich, wie bereits erwähnt, die völlige Erholung des Herzens mit der allmäligen Gewöhnung an Muskelarbeit nach immer kürzerer Zeit ein. Karcher zeigt schon am 2. Versuchstag nach Arbeit Erholung; leider haben wir in diesem, sowie im Falle Jaquet unsere Beobachtungen nur bis 15 Minuten nach Arbeit ausgedehnt. Es waren diese zwei Fälle die ersten der Serie, und da es nicht möglich war, Beobachtungen und Ausrechnung der Versuche zugleich vorzunehmen, sahen wir erst nach beendigter Berechnung dieser Versuche die Nothwendigkeit längerer Versuchsreihen ein. Bei K..·

können wir schon am 2. Tag nach kurzer Zeit eine anscheinende Erholung wahrnehmen; dieselbe ist jedoch in den 4 letzten Versuchen nirgends mehr zu constatiren. Auch im Uebrigen weist bei ihm die Pulsfrequenz nach Arbeit grosse Unterschiede auf und die Anfangsfrequenz ist stets eine ziemlich hohe. (Im Mittel 83 Pulsationen.) Das betreffende Individuum, von schlanker aufgeschossener Statur, hatte übrigens, wohl in Folge übermässigen Turnens, wiederholt Anfälle von Palpitationen durchgemacht, und aus verschiedenen später noch zu erwähnenden Einzelheiten seines Pulses, kamen wir zu der Ansicht, dass wir es hier nicht mehr mit einem vollständig gesunden und normalen Herzen zu thun hatten, um so mehr, als eine hereditäre Belastung bei K... nicht ganz ausgeschlossen werden kann.

Die mit der Zahl der Versuche zunehmende raschere Erholung ist aber in den drei übrigen Fällen sehr deutlich ausgesprochen.

Frei		*Staehelin*		*Maurer Adolf*	
Versuchstag	Erholung nach	Versuchstag	Erholung nach	Versuchstag	Erholung nach
3	30 Min.	1	30 Min.	4	25 Min.
4	25 „	2	—	5	20 „
5	20 „	3	25 Min.	6	15 „
6	25 „	4	25 „	7	15 „
. . .	. . .	5	15 „	8	15 „
11	15 „	6	25 „	9	25 „
				10	15 „

Die Erholungsfähigkeit des Herzens, sowie die Eigenschaft dieses Organs, sich allmählig an Muskelarbeit zu gewöhnen, scheint nicht in einem unbedingten Zusammenhang mit seiner Empfindlichkeit gegenüber Muskelarbeit zu stehen. Allerdings erholen und gewöhnen sich Bührer und Suter, die auf mittlere Arbeit am schwächsten reagirten, sehr schnell, während sich Jaquet, der die stärkste Reaction aufweist, bedeutend langsamer gewöhnt und erholt. Bei Kreis und Neuweiler aber, welche anfänglich stärker reagirten als die beiden erstgenannten, tritt auch sehr rasch Erholung und Gewöhnung ein. K..., der ungefähr gleich stark wie Neuweiler reagirte, zeigt erst am dritten Tag vollständige Erholung und weist eine sehr langsame Gewöhnung auf.

In der Serie mit grosser Arbeit zeigen allerdings Frei und Karcher, welche die geringste Beschleunigung sofort nach Arbeit haben, deutlich eine grössere Neigung zur Erholung und Gewöhnung

als Staehelin und Maurer, welche viel stärker auf Arbeit reagirten.

Betrachtet man die verschiedenen Versuchsreihen, so fällt es auf, dass nach eingetretener Erholung, also nachdem das Herz, respective der Kreislaufsapparat sich an die Muskelleistung offenbar bis zu einem gewissen Grade gewöhnt hat, bei einem nächsten Versuche die Reaction plötzlich eine ungewöhnlich lebhaftere wird. Nicht nur die anfängliche Zunahme ist eine grössere, sondern es bleibt auch die Erholung nach Ablauf einer halben Stunde aus. Wir können dies beobachten bei Maurer: Versuche 167 und 172, Staehelin: Versuche 221 und 225, Frei: Versuch 198, Karcher: Versuche 155 und 157. Hier haben offenbar herzschwächende Factoren einen Einfluss ausgeübt, deren störende Wirkung uns erst nach und nach etwas klarer wurde. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass eine stärkere Muskelleistung am vorhergehenden Tage ihren Einfluss auf das Herz noch 24 Stunden (Versuch 172 Maurer), ja sogar, wie bei Staehelin (Versuch 221 u. ff.), 48 Stunden lang geltend machen kann. Eine auf die Widerstandskraft des Herzmuskels allerdings nicht so auffallende Wirkung dürfte ein vermehrter Alcoholgenuss am Tage vorher ausüben. In den Fällen, in welchen auf diesen Factor geachtet wurde, finden wir vornehmlich eine gesteigerte Anfangszunahme, ohne auffallende Verzögerung des Erholungsvorganges. (Burckhardt: Versuch 173; Karcher: Versuch 155; Staehelin: Versuch 220.) Schlechter, aufgeregter Schlaf, allgemeines Unwohlsein, Stuhlverhaltung etc. wirken ebenfalls störend ein, wie in den Fällen: Jaquet: Versuch 122, Maurer: Versuche 172 und 167. Möglicher Weise spielen auch meteorologische Verhältnisse, Temperatur, Luftdruck und Feuchtigkeit eine Rolle. Die Wirkung dieser Factoren ist aber keine derartige, dass sie mit einiger Sicherheit nachzuweisen wäre.

Die Erholung, von der hier die Rede war, ist ausschliesslich eine Erholung bei vollständiger Körperruhe. Wir haben bereits hervorgehoben, dass sich das Herz nach Arbeit in einem bedeutend labileren und leichter erregbaren Zustand befindet, und es ist nicht ausgeschlossen, dass trotz der scheinbar eingetretenen Erholung das Herz auf eine bald darauf wiederholte Muskelleistung stärker und länger reagiren würde, als auf die erste Arbeit. Trotz der grossen Bedeutung dieses Punktes haben wir seine Untersuchung einstweilen unterlassen, da wir befürchteten, in Anbetracht der vielen neuen unbekannten Schwierigkeiten, welche eine solche Unter-

suchung mit sich gebracht hätte, zu weit ausserhalb des Rahmens unseres eigentlichen Themas geführt zu werden.

Wenn wir es nun unternehmen, den bei unseren Versuchen gewonnenen Pulscurven einige Bemerkungen zu widmen, so sind wir uns der Schwierigkeiten der Deutung von Pulsbildern, welche uns über die bestehenden Verhältnisse im Kreislaufsapparat unterrichten sollen, wohl bewusst. Es ist auch durchaus nicht unsere Absicht, uns hier auf eine eingehende Analyse der gewonnenen Sphygmogramme einzulassen, wir möchten bloss die auffallendsten Erscheinungen hervorheben, welche wir an den nach Arbeit aufgenommenen Pulscurven verschiedene Male zu beobachten Gelegenheit hatten.

1. Form und Grösse der Pulscurven.

Sofort nach vollendeter Arbeit zeigt der Puls eine stark ausgeprägte Dicrotie. Die meist sehr hohe primäre Welle fällt sehr rasch bis zur Abscissenlinie oder noch tiefer ab und ist von einer mehr oder weniger hohen secundären Elevation gefolgt. Man erhält somit das Bild eines vollkommen dikroten, ja sogar machmal eines überdicroten Pulses, oder wie von der Mühll[1]) diese letztere Art bezeichnet: eine negative Dicrotie. Dieser dikrote Puls ist eine konstante Erscheinung sofort nach Arbeit. Seine Entstehung kann man sich kaum anders erklären, als bedingt durch eine beträchtliche Abnahme der Spannung der Arterienwand, so dass die durch die Wellenbewegungen des Blutes hervorgerufenen Druckschwankungen um so deutlicher zum Ausdruck kommen. Die sofort nach Arbeit gezeichneten Pulscurven sind im Allgemeinen grösser als die in der Ruhe gewonnenen; in einigen Fällen waren sie sogar so gross, dass der 30 mm breite Papierstreifen zu ihrer Aufnahme kaum ausreichte. Diese höheren Curven können ganz gut durch den Nachlass der Spannung der Arterienwand allein bedingt sein und beruhen nicht nothwendigerweise auf einer Vermehrung des Schlagvolums des Herzens. Noch weniger dürfen sie, wie Spengler[2]) es seiner Zeit gethan hat, als Zeichen einer Erhöhung des Blutdrucks aufgefasst werden. Kann also aus diesen grossen Curven

1) von der Mühll, Die quant. Pulsanalyse. Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. 49. 1892.

2) Spengler, Die Veränderungen des Radialpulses. I. D. Zürich 1887 S. 25 u. ff.

eine Vermehrung des Schlagvolums des Herzens nicht ohne Weiteres abgeleitet werden, so hat man doch in ihnen ein untrügliches Zeichen, dass das Herz, trotz der starken Beschleunigung seiner Action, sich noch in befriedigender Weise zu entleeren vermag.

Als erstes Zeichen der Ermüdung des Organs ist man wohl berechtigt eine mangelhafte Contraction des Ventrikels mit unvollständiger Entleerung seines Inhalts zu erwarten, wobei das Schlagvolum mehr oder weniger abnehmen würde. Die Druckschwankungen im Arteriensystem würden dadurch kleiner werden, wie auch dementsprechend die Ausschläge des Sphygmographen. Einer solchen Erscheinung begegneten wir in einer Anzahl von Fällen, wo das sofort nach Arbeit aufgenommene Sphymogramm nur ganz kleine monocrote Pulse von grosser Frequenz verzeichnete. Solche kleine Pulse fanden wir bei K . . . Versuche 63, 84, 177, 190 und bei Maurer: Versuche 144 und 159. Bei letzterem wurde im Versuch 144 am Ende der Versuchszeit nach 30 Minuten der Puls wieder ganz klein, wobei der Untersuchte von einer leichten Ohnmacht befallen wurde. Als wir diese auffallend kleinen Pulse zum ersten Mal beobachteten, dachten wir zunächst an eine Verschiebung des Apparates; als aber nach kurzer Zeit, ohne irgend welche Veränderung in der Lage des Instrumentes, die Ausschläge des Sphygmographen grösser wurden und wieder die grossen dicroten Pulse verzeichneten, mussten wir zur Ueberzeugung gelangen, dass es sich nicht um einen Versuchsfehler, sondern um eine thatsächliche Folge der Arbeit handelte.

In anderen Fällen (Suter: Versuche 67, 100; Frei: Versuch 183; Maurer: Versuch 164) traten die kleinen Pulse nicht sofort, sondern erst nach einiger Zeit auf. Während der ersten 10 oder 20 Secunden zeichnete der Apparat grosse Pulse auf; nach und nach aber nahmen diese an Höhe bedeutend ab, ohne jedoch ihre allgemeine Gestalt zu verändern. Die nächste Curve nach 2 Minuten zeigte wieder grosse dicrote Pulse.

In einer dritten Reihe von Fällen endlich (K . . . Versuch 168; Suter: Versuch 93; Maurer: Versuch 162) nahm der ursprünglich grosse und starke Puls erst nach 2 oder 5 Minuten an Grösse bedeutend ab, um sich dann im weiteren Verlauf der Beobachtung zu erholen.

Der Umstand, dass bei diesem Höhenwechsel der Pulse die einzelnen Pulsationen ihre ursprüngliche Form beibehielten, oder dass höchstens aus einem dicroten Puls ein monocroter wurde, dass ferner bei eintretender Erholung die ursprüngliche Form und Grösse

wiederkehrte, lässt mit ziemlicher Sicherheit hier eine Gefässwirkung ausschliessen und diese beobachteten Erscheinungen auf eine momentane, schnell vorübergehende Schwäche des Ventrikels zurückführen.

Wenn man die Umstände berücksichtigt, unter welchen das Herz zu arbeiten gezwungen ist, so hat das Auftreten einer acuten Herzermüdung nichts befremdendes. Bei einer Pulsfrequenz von 120 Schlägen in der Minute beträgt die Dauer einer Pulsation 0,5 Sec. Nach Donders[1]) sinkt die Dauer der Systole bei der Zunahme der Frequenz viel weniger als diejenige der Diastole, so dass jene bei einer Pulsfrequenz von 124 immer noch 0,199 Sec. betrug. Es fällt also die Hauptverkürzung auf die Diastole, d. h. auf die Ruhe- und Erholungszeit des Herzmuskels. Durch die Muskelarbeit wird ferner der venöse Zufluss zum Herzen in hohem Maasse begünstigt, was die Herzfüllung trotz der kürzeren Diastole doch zu einer ausreichenden macht. Die Folge davon ist (bei nicht übertriebener Arbeit!) wenigstens am Anfang derselben eine wenn auch mässige Steigerung des Blutdruckes. Hierdurch wird die Aufgabe des Herzens noch vermehrt und es kann unter solchen Umständen ein nicht übermässig starkes Herz mit der Zeit ermüden, wenn auch diese Ermüdung nur eine kurzdauernde ist und Erholung bald eintritt.

Von grosser Wichtigkeit zur Beurtheilung dieser Frage wären directe Blutdruckmessungen, sowie die percussorische Feststellung der Herzgrenzen unmittelbar vor und nach Arbeit gewesen. Wir haben von den Blutdruckmessungen abgesehen, da solche die unmittelbare Pulsuntersuchung bedeutend erschwert hätten, abgesehen davon, dass jeder an der untersuchten Person vorgenommene Eingriff, eine neue Unbekannte in die Rechnung bringt, welche die Uebersicht der Resultate trüben kann. In einigen Fällen ist es Christ[2]) gelungen, bei Reconvalescenten eine deutliche Vergrösserung der Herzdämpfung nach Arbeit nachzuweisen, welche in einem Falle sogar von intercurrenten Herzgeräuschen begleitet war. Wir konnten nicht daran denken, gleichzeitig mit der Pulsbestimmung eine Untersuchung vorzunehmen, welche absolute Ruhe der Umgebung und vollständige Bewegungsfreiheit erheischt. Dagegen haben wir in einigen Fällen in besondern Sitzungen versucht, die Verhältnisse der Herzdämpfung festzustellen, ohne jedoch zu einem

1) Donders, Dublin quarterly Journal of medical science 1868. Febr. Citirt nach Tigerstedt. Physiologie d. Kreislaufsapparates S. 129.

2) Christ, loco cit. S. 22.

Resultate zu gelangen. Die Möglichkeit einer acuten Herzdilatation ist hiermit aber nicht ausgeschlossen, denn abgesehen davon, dass die sorgfältigste physikalische Untersuchung ganz geringe Volumdifferenzen eines Organs nicht nachzuweisen im Stande ist, erfordert die genaue Percussion des Herzens doch immerhin so viel Zeit, dass bei der hier eintretenden raschen Erholung eine Rückbildung der Dilatation während der Untersuchung stattfinden kann; es müsste denn sein, dass diese eine so starke, mit einem wirklichen Erschöpfungszustand zusammenhängende wäre, wie man sie bei übermässigen Sportsübungen wiederholt beobachtet hat.

2. Wellenförmige Schwankungen der Curvenreihe.

Eine weitere Eigenthümlichkeit unserer Pulscurven, ist das häufige Auftreten von wellenförmigen Bewegungen der Pulsreihe, ähnlich den seit längerer Zeit unter dem Namen von Traube-Hering'schen oder Sigmund Mayer'schen Wellen bekannten Erscheinungen.

Da zur Zeit noch vielfach Unklarheit darüber besteht, was unter Traube-Hering'schen und unter Sigmund Mayer'schen Wellen zu verstehen sei, so ist es wohl nicht überflüssig, hier diesen Punkt näher zu erörtern. Die bestehenden Unklarheiten mögen zum Theil darauf beruhen, dass die Entdecker dieser verschiedenen Wellen, dieselben als identische Erscheinungen aufgefasst haben, obschon deutliche Unterschiede in der Reihenfolge ihres Auftretens bestehen. Fredericq[1]) hat es unternommen, diese verschiedenen Begriffe auseinander zu halten, und hat seinen Standpunkt folgendermaassen präcisirt:

„Man kann bekanntlich an arteriellen Blutdruckcurven dreierlei Arten periodischer Schwankungen oder Wellen unterscheiden:

1. Schwankungen erster Ordnung oder Pulsschwankungen; jede dieser kleinsten und zugleich häufigsten Wellen entspricht einer Herzsystole.

2. Schwankungen zweiter Ordnung oder Athemschwankungen, welche synchron mit den Bewegungen der Athemmuskeln auftreten und auf deren grössere Berge und Thäler die Pulsschwankungen als kleinere Berge und Thäler aufgesetzt sind. Ihr Verlauf wird durch die Combination mehrerer zum Theil einander entgegenwirkender Momente bedingt. Vasomotorische Einflüsse scheinen oft dabei im Spiele zu sein.

1) Fredericq, Arch. f. Anat. und Physiol. Physiolog. Abth. 1887. S. 351.

3. Schwankungen dritter Ordnung, welche in viel längeren Perioden verlaufen und deren jede mehrere Athemschwankungen (und folglich noch eine viel grössere Anzahl von Herzpulsen) umfasst.

„Sigm. Mayer hat zuerst die Aufmerksamkeit auf sie gelenkt und ihnen den Namen spontane (oder vasomotorische) Druckschwankungen gegeben. Diese nicht constanten und nicht immer regelmässigen Wellen sollen durch eine periodische Thätigkeit des allgemeinen vasomotorischen Centrums entstehen."

„Die Perioden dritter Ordnung hat Sigm. Mayer nach meiner Meinung irrthümlich mit den Traube-Hering'schen Wellen zusammengefasst, und diese unrichtige Auffassung ist von den meisten Physiologen stillschweigend angenommen worden. Es ist, glaube ich, die höchste Zeit, diesem Irrthum entgegenzutreten, bevor er sich gänzlich in der deutschen Physiologie eingebürgert hat."

„Die von Traube und später von Hering studirten Wellen sind Schwankungen zweiter Ordnung, d. h. Athemschwankungen. Jede entspricht nicht mehreren, sondern nur einer Bewegung der Athemmuskulatur. Sie stellen das vasomotorische Moment dar, welches in gewissen Fällen zum Zustandekommen der Athemschwankungen mitwirkt. Bei ihrer Entstehung ist die Thätigkeit der vasomotorischen und respiratorischen Centren isochron. Nur den Ort ihres Entstehens (vasomotorische Centren) haben sie mit den Schwankungen dritter Ordnung oder den spontanen Druckschwankungen Sigm. Mayers gemein. Ihr zeitlicher Verlauf ist ein ganz verschiedener, er passt sich genau dem Athemrhythmus, d. h. den Schwankungen zweiter Ordnung an. Eine Mayer'sche spontane Druckschwankung (dritter Ordnung) muss also mehrere Traube-Hering'sche Wellen (zweiter Ordnung umfassen und kann niemals mit einer einzigen indentificirt werden."

Ebenfalls darf man nicht die eigentliche Traube-Hering'sche Welle mit der beim normalen untersuchten Thier oder Menschen vorkommenden Athmungsschwankungen ohne Weiteres identificiren. Traube[1]) hat die seinen Namen tragenden Wellen an curarisirten Thieren bei durchschnittenen Vagis nach Unterbrechung der künstlichen Athmung oder nach Einblasungen eines 20% CO_2 enthaltenden Gasgemisches beobachtet. Hering[2]) dagegen hat das Auf-

1) Traube, Centralbl. f. die med. Wissensch. 1865.

2) Hering, Sitz.-Ber. der k. k. Akad. d. Wissensch. math. natur. Classe Bd. LX, Abth. 9. 1889.

treten der Wellen auch bei künstlicher Athmung beobachtet. Als Bedingung für den Eintritt derselben stellt er aber einen gewissen Grad von Venosität des arteriellen Blutes, d. h. die künstliche Respiration muss dabei einigermaassen unzureichend sein. Somit sind die Traube-Hering'schen Wellen aufzufassen als eine asphyctische Erscheinung, hervorgerufen durch den Reiz des dyspnoischen Blutes auf das nervöse Centralorgan. Beim untersuchten Thier dagegen beobachtet man, wie Sigm. Mayer[1]) es scharf hervorgehoben hat, neben den spontanen langsamen Schwankungen deutlich andere, in ihrem Rhythmus mit den Athembewegungen übereinstimmende, welche mit Dyspnoë und Asphyxie gar nichts zu thun haben, und bei deren Entstehung, ausser vasomotorischen Momenten, noch verschiedene mechanische Factoren mitspielen könnten. Solche respiratorische Schwankungen sind beim Menschen von zahlreichen Autoren, u. A. von Riegel[2]) Knoll[3]) Schreiber[4]) Wertheimer und Mayer[5]) beschrieben und untersucht worden.

Eine genaue Durchsicht der zahlreichen in unseren Versuchen beobachteten Schwankungen liess auffallende Differenzen zwischen denselben erkennen. Die meisten hatten den Character von langgezogenen, mehr oder weniger flachen Wellen, 15, 20 und mehr einzelne Pulsationen umfassend, also den Schwankungen dritter Ordnung Sigm. Mayers entsprechend. Während aber in einer Anzahl derselben der Rythmus des Pulses keine auffallenden Verschiedenheiten erkennen liess, waren in zahlreichen Fällen unverkennbar rhythmische Variationen der Pulzfrequenz, mit den Wellen parallel verlaufend, wahrzunehmen. In anderen Fällen wiederum waren neben den langen Wellen noch kürzere, offenbar mit der Respiration zusammenhängende Schwankungen, 5—7 Pulsationen umfassend, zu sehen. Bei diesen bestehenden Unterschieden schien uns eine eingehendere Analyse dieser Schwankungen wünschenswerth.

Bekanntlich fasst Sigm. Mayer[6]) die von ihm beobachteten Wellen, ähnlich wie Hering, als bedingt durch eine periodische, vom Athmungscentrum ausgehende Reizung des vasomotorischen Centrums auf, wodurch rhythmische Variationen des Blutdrucks her-

1) Sigm. Mayer, Sitz.-Ber. der k. k. Akad. d. Wissensch. math. natur. Classe, Bd. LXXIV, Abth. 3. 1876.

2) Riegel, Berl. klin. Wochenschr. 1876. S. 369.

3) Knoll, Archiv f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 9. S. 393. 1878.

4) Schreiber, Archiv f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 10. S. 19.

5) Wertheimer und Meyer, Arch. de physiologie Serie V, T. 1, pag. 24. 1889.

6) Sigm. Mayer, loco cit.

vorgerufen werden. Knoll[1]) hat durch gleichzeitige Beobachtung der Blutdruck- und Athmungscurve gefunden, dass die Sigm. Mayer'sche Welle in vielen Fällen mit rhythmischen Schwankungen der Athmungscurve zusammenfällt, so dass dadurch die obige Erklärung eine Stütze mehr findet. Es würde sich also hier nur um eine vasomotorische Wirkung handeln, während die Pulsfrequenz an der Entstehung der Wellen keinen Antheil nehmen soll. So äussert sich z. B. Sigm. Mayer[2]) folgendermaassen darüber:

„Was das Verhalten der Pulsfrequenz betrifft, so stellt sich das für die weitere Analyse der wellenförmigen Schwankungen sehr wichtige Verhalten heraus, dass die Anzahl der Herzcontractionen im auf- und absteigenden Schenkel in weitaus der Mehrzahl der Fälle ganz dieselbe bleibt. Hier und da erscheinen im absteigenden Schenkel einige Pulse mit verlängerten diastolischen Pausen, so dass die Zahl der Herzschläge in dem genannten Theil verringert ist."

Ferner S. 288: „Aus dem oben angeführten Verhalten der Pulsfrequenz im Verlauf der spontanen wellenförmigen Schwankungen des Blutdrucks lässt sich mit aller nur wünschenswerthen Sicherheit entnehmen, dass die periodischen Aenderungen im Blutdruck nicht bedingt werden durch periodische Aenderungen in der Frequenz des Herzschlages."

Ebenfalls sagt Knoll:[3])

„In einem Falle wurde eine ausgeprägte Verminderung der Frequenz der Herzschläge sichtbar, eine Erscheinung, die nur ganz ausnahmsweise zu beobachten ist, da jene wellenförmigen Schwankungen des Blutdruckes in der Regel ohne alle Aenderungen in der Frequenz des Herzschlages ablaufen."

In einer andern Arbeit hebt wiederum Knoll[4]) die an der Pulscurve auftretenden Wellen hervor und sagt:

„Bei der einen dieser Personen war auf dem absteigenden Theil dieser Wellen eine geringfügige Verlangsamung des Pulses zu bemerken, während bei dem andern Beobachtungsobjecte kein Wechsel der Frequenz im Verlaufe der Wellen aufzufinden war. Aber auch in dem ersten Falle war der Wechsel in der Frequenz zu unbe-

---

1) Knoll, Sitz.-Ber. d. k. k. Akad. der Wissensch. naturw. Cl. Bd. 92. Heft III. 1885.

2) Sigm. Mayer, loco cit. S. 287.

3) Knoll, loco cit. S. 444.

4) Knoll, Ueber den Einfluss modificirter Athembewegungen auf den Puls des Menschen. Sonderabdruck aus dem Jahrbuch für Naturw. „Lotos" N. F. Bd I. S. 16. 1880.

deutend, als dass ich darin allein den Grund für die sowohl durch die Welle im ganzen als auch durch die Einzelcurven der Welle wohl ausgedrückte Veränderung in der arteriellen Spannung erblicken könnte."

In unsern Curven dagegen war, wie schon ein Blick auf dieselben lehrt, der Wechsel der Frequenz ein scharf markirter. Derselbe trat noch deutlicher hervor durch die genaue Messung der Curven. Diese zeitraubende Arbeit haben wir allerdings nur an einer Anzahl von Beispielen vorgenommen. Sämmtliche in diese Cathegorie gehörige Curven so zu analysiren, hätte unsere Arbeit über Gebühr verlängert, ohne dass dabei ein wesentlich anderes Resultat zu erwarten gewesen wäre. Die Messung wurde in der üblichen Weise mit dem Curvenanalysator von Jaquet ausgeführt und die Dauer der so gewonnenen Pulslängen in Secunden umgerechnet.

Um die Resultate unserer Berechnungen noch übersichtlicher zu gestalten, haben wir die Variationen der Pulsfrequenz graphisch dargestellt, indem wir die einzelnen Pulsationen in ein Coordinatensystem eintrugen. Die Abscisse desselben stellt die Pulszahl und die Ordinate die Pulsdauer dar. Wir geben auf S. 29—32, der Reihe nach, einige Resultate unserer verschiedenen Messungen wieder.

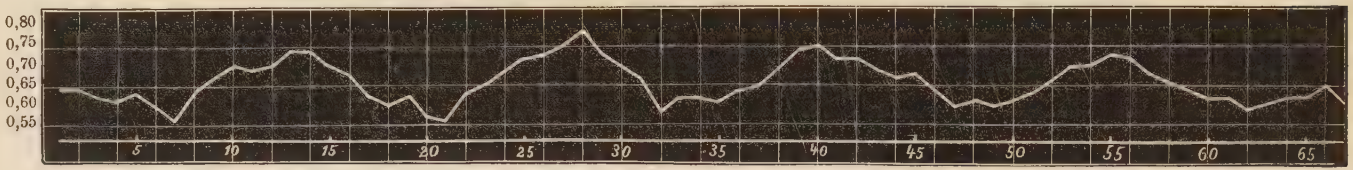
In jedem der hier mitgetheilten Fälle treffen wir im aufsteigenden Schenkel der Curve eine mehr oder weniger starke Beschleunigung der Frequenz, während der absteigende Schenkel sich regelmässig durch eine entsprechende Verlangsamung des Rhythmus auszeichnet. Es ist bei der Länge der hier in Frage stehenden Perioden wohl überflüssig, hervorzuheben, dass es sich nicht um Variationen handelt, welche mit der Athmung zusammenhängen, wobei die Beschleunigung mit der Inspiration, die Verlangsamung mit der Exspiration zusammenfallen würde.

Wir betonen hier nochmals ausdrücklich, dass die mitgetheilten Curven nur Beispiele aus einer grösseren Zahl und keineswegs als Ausnahmen zu betrachten sind. In der ganzen Serie unserer Versuche bei mittlerer und grosser Arbeit haben wir solche Wellen, mit Ausnahme von 2 oder 3 Fällen, regelmässig, wenn auch oft nur schwach ausgeprägt, angetroffen. Zu ihrem Zustandekommen scheint die Muskelarbeit einen ganz entschiedenen Einfluss zu haben, denn wenn auch diese Schwankungen in einigen Fällen, so z. B. bei K. Versuch 255 (Diagramm 1 Curve IX Anhang, zuweilen auch bei Staehelin, Jaquet, Bührer und Suter) vor

1. **K. 10. IV. 97. Versuch 255. (Vor Arbeit.)** (S. Curve IX. Anhang.)

Pulsdauer in Sec. = 0,64 — 0,64 — 0,62 — 0,61 — 0,63 — 0,60 — 0,56 — 0,63 — 0,67 — 0,70 — 0,69 — 0,70 — 0,74 — 0,74 — 0,70 — 0,68 — 0,62 — 0,60 — 0,62 — 0,57 — 0,56 — 0,63 — 0,65 — 0,69 — 0,72 — 0,73 — 0,75 — 0,79 — 0,73 — 0,70 — 0,67 — 0,58 — 0,62 — 0,62 — 0,61 — 0,64 — 0,65 — 0,69 — 0,74 — 0,75 — 0,72 — 0,72 — 0,69 — 0,67 — 0,68 — 0,64 — 0,60 — 0,61 — 0,60 — 0,61 — 0,63 — 0,66 — 0,70 — 0,70 — 0,73 — 0,72 — 0,68 — 0,66 — 0,64 — 0,63 — 0,63 — 0,59 u. s. w.

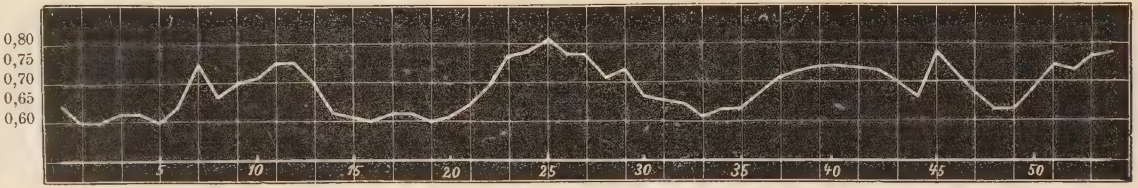
Fig. 1.



2. **K. 10. IV. 97. Versuch 255. (15 Min. nach Arbeit.)** (S. Curve X. Anhang.)

Pulsdauer in Sec. = 0,65 — 0,60 — 0,60 — 0,62 — 0,62 — 0,60 — 0,64 — 0,75 — 0,66 — 0,70 — 0,71 — 0,75 — 0,75 — 0,70 — 0,62 — 0,61 — 0,60 — 0,62 — 0,62 — 0,60 — 0,61 — 0,64 — 0,70 — 0,77 — 0,78 — 0,81 — 0,77 — 0,77 — 0,71 — 0,73 — 0,66 — 0,65 — 0,64 — 0,61 — 0,63 — 0,63 — 0,67 — 0,71 — 0,73 — 0,74 — 0,74 — 0,77 — 0,73 — 0,70 — 0,66 — 0,78 — 0,72 — 0,67 — 0,63 — 0,63 — 0,68 — 0,74 — 0,73 — 0,77 — 0,78 u. s. w.

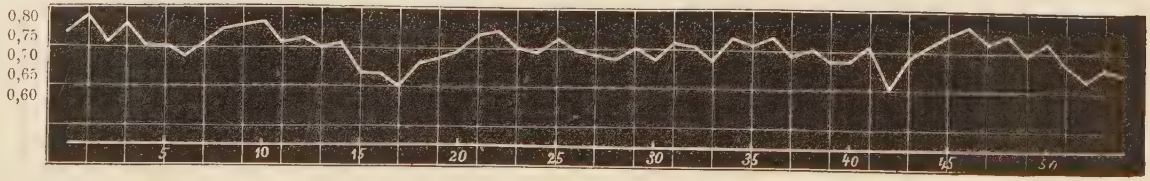
Fig. 2.



3. **K . . . 8. II. 97. Versuch 182. (Vor Arbeit.)** (S. Curve III. Anhang.)

Pulsdauer = 0,79 — 0,83 — 0,76 — 0,81 — 0,75 — 0,75 — 0,72 — 0,76 — 0,79 — 0,80 — 0,81 — 0,76 — 0,77 — 0,75 — 0,76 —
in Sec. 0,68 — 0,68 — 0,65 — 0,71 — 0,72 — 0,74 — 0,78 — 0,79 — 0,75 — 0,74 — 0,77 — 0,74 — 0,73 — 0,72 — 0,75 —
0,72 — 0,77 — 0,76 — 0,72 — 0,78 — 0,76 — 0,78 — 0,68 — 0,75 — 0,72 — 0,72 — 0,76 — 0,65 — 0,73 — 0,76 —
0,79 — 0,81 — 0,77 — 0,79 — 0,74 — 0,77 — 0,72 — 0,68 — 0,71 — 0,70.

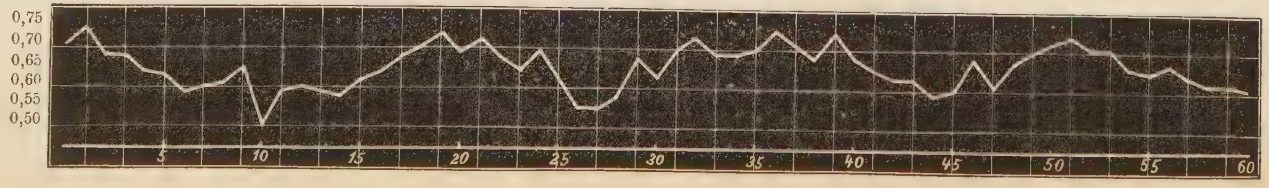
Fig. 3.



4. **K. . . 8. II. 97. Versuch 182. (15. Min. nach Arbeit.)** (S. Curve IV. Anhang.)

Pulsdauer = 0,71 — 0,75 — 0,68 — 0,68 — 0,64 — 0,63 — 0,59 — 0,60 — 0,61 — 0,66 — 0,50 — 0,59 — 0,60 — 0,59 — 0,58 —
in Sec. 0,62 — 0,64 — 0,68 — 0,70 — 0,73 — 0,69 — 0,72 — 0,68 — 0,65 — 0,70 — 0,64 — 0,55 — 0,55 — 0,58 — 0,68 —
0,63 — 0,70 — 0,73 — 0,69 — 0,69 — 0,70 — 0,75 — 0,71 — 0,68 — 0,74 — 0,68 — 0,65 — 0,63 — 0,63 — 0,59 —
0,60 — 0,60 — 0,68 — 0,61 — 0,67 — 0,70 — 0,72 — 0,75 — 0,71 — 0,71 — 0,67 — 0,66 — 0,68 — 0,64 — 0,63 —
0,63 — 0,62 — 0,65.

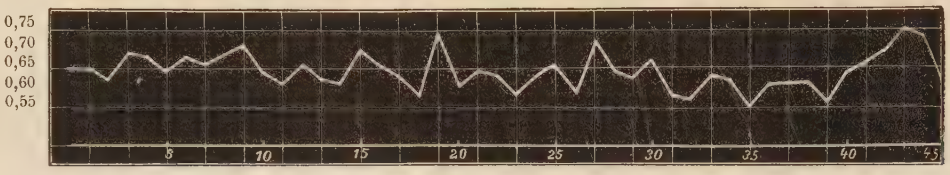
Fig. 4.



5. **Dr. Jaquet. 23. XI. 96. Versuch 102. (Vor Arbeit.)** (S. Curve I. Anhang.)

Pulsdauer = 0,65 — 0,65 — 0,62 — 0,69 — 0,68 — 0,64 — 0,68 — 0,66 — 0,71 — 0,64 — 0,61 — 0,66 — 0,62 — 0,61 — 0,70 —
in Sec. 0,66 — 0,63 — 0,58 — 0,74 — 0,60 — 0,64 — 0,63 — 0,58 — 0,63 — 0,66 — 0,59 — 0,72 — 0,64 — 0,62 — 0,67 —
0,58 — 0,58 — 0,63 — 0,62 — 0,55 — 0,61 — 0,61 — 0,61 — 0,56 — 0,64 — 0,69 — 0,75 — 0,68 — 0,61.

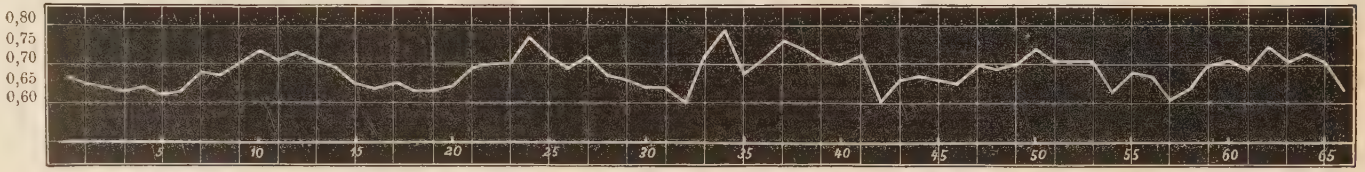
Fig. 5.



6. **Dr. Jaquet. 23. XI. 96. Versuch 102.** (**5 Min. nach Arbeit.**) (S. Curve II. Anhang.)

Pulsdauer = 0,67 — 0,65 — 0,64 — 0,63 — 0,64 — 0,62 — 0,63 — 0,68 — 0,67 — 0,70 — 0,73 — 0,71 — 0,73 — 0,71 — 0,69 —
in Sec. 0,65 — 0,64 — 0,65 — 0,63 — 0,63 — 0,64 — 0,69 — 0,70 — 0,70 — 0,77 — 0,72 — 0,69 — 0,72 — 0,67 — 0,66 —
0,64 — 0,64 — 0,60 — 0,72 — 0,79 — 0,67 — 0,71 — 0,76 — 0,74 — 0,71 — 0,70 — 0,72 — 0,66 — 0,67 — 0,66 —
0,65 — 0,65 — 0,70 — 0,69 — 0,70 — 0,74 — 0,71 — 0,71 — 0,71 — 0,63 — 0,68 — 0,67 — 0,61 — 0,64 — 0,70 —
0,71 — 0,69 — 0,75 — 0,71 — 0,73 — 0,71 — 0,63.

Fig. 6.



7. **Suter. 12. XI. 96. Versuch 59. (Vor Arbeit.)** (S. Curve VI. Anhang.)

Pulsdauer in Sec. = 0,83 — 0,78 — 0,81 — 0,83 — 0,76 — 0,76 — 0,77 — 0,77 — 0,80 — 0,77 — 0,77 — 0,72 — 0,80 — 0,81 — 0,76 — 0,78 — 0,78 — 0,81 — 0,78 — 0,76 — 0,74 — 0,76 — 0,81 — 0,84 — 0,88 — 0,81 — 0,79 — 0,82.

8. **Suter. 12. XI. 96. Versuch 59. (5 Min. nach Arbeit.)** (S. Curve V. Anhang.)

Pulsdauer in Sec. = 0,68 — 0,64 — 0,66 — 0,67 — 0,67 — 0,75 — 0,65 — 0,68 — 0,65 — 0,66 — 0,68 — 0,69 — 0,66 — 0,65 — 0,67 — 0,65 — 0,66 — 0,71 — 0,71 — 0,72 — 0,72 — 0,70 — 0,71 — 0,71 — 0,67 — 0,69 — 0,66 — 0,66 — 0,66 — 0,67 — 0,69 — 0,70 — 0,72.

9. **K. 10. II. 97. Versuch 186.** (**Vor Arbeit.**) (S. Curve VII. Anhang.)

Pulsdauer in Sec. = 0,78 — 0,78 — 0,82 — 0,83 — 0,88 — 0,84 — 0,78 — 0,84 — 0,77 — 0,85 — 0,80 — 0,82 — 0,88 — 0,70 — 0,75 — 0,79 — 0,79 — 0,79 — 0,80 — 0,81 — 0,85 — 0,77 — 0,80 — 0,81 — 0,76 — 0,77 — 0,78 — 0,73 — 0,80 — 0,83 — 0,77 — 0,80 — 0,78 — 0,77 — 0,76 — 0,79 — 0,75 — 0,75 — 0,72 — 0,72 — 0,81 — 0,82 — 0,78 — 0,77 — 0,71 — 0,70 — 0,71 — 0,76 — 0,74 — 0,75 — 0,75 — 0,73.

10. **K. 10. II. 97. Versuch 186.** (**25 Min. nach Arbeit.**) (S. Curve VIII. Anhang.)

Pulsdauer in Sec. = 0,78 — 0,73 — 0,84 — 0,64 — 0,76 — 0,67 — 0,68 — 0,64 — 0,66 — 0,58 — 0,61 — 0,58 — 0,58 — 0,62 — 0,61 — 0,70 — 0,68 — 0,75 — 0,74 — 0,75 — 0,76 — 0,76 — 0,76 — 0,69 — 0,69 — 0,63 — 0,65 — 0,59 — 0,63 — 0,60 — 0,63 — 0,64 — 0,64 — 0,61 — 0,71 — 0,72 — 0,64 — 0,70 — 0,72 — 0,67 — 0,64 — 0,69 — 0,68 — 0,68 — 0,68 — 0,67 — 0,64.

Arbeit angetroffen werden, so sind doch dieselben nach Arbeit viel häufiger und viel ausgesprochener. Uebrigens sind die vor Arbeit beobachteten Wellen oft als reine Sigm. Mayer'sche Wellen mit regelmässigem Rhythmus zu betrachten, wie Jaquet Vers. 102 ein gutes Beispiel dafür abgiebt. (Der Puls weist hier kleine Unregelmässigkeiten im Rhythmus auf, doch treten dieselben ohne jegliche Regelmässigkeit ein.) Besonders zu bemerken ist, dass wir die in Frage stehenden Variationen der Frequenz niemals sofort nach Arbeit beobachtet haben, und dass auch in den Fällen, in welchen solche Wellen bereits vor Arbeit existirten, dieselben erst 2, 5 oder mehr Minuten nach Arbeit wieder auftraten.

Was nun die Stärke der Variationen anbetrifft, so zeigt die Betrachtung unserer Pulszahlen, dass sie eine recht bedeutende sein kann. Vom kürzesten bis zum längsten Puls einer Welle sind Unterschiede von 0,15—0,2 Secunden häufig, d. h. die Pulse können um $^1/_3$—$^1/_4$ ihrer Dauer von einander verschieden sein.

In Anbetracht einer so ausgesprochenen und so regelmässigen Erscheinung, wird man wohl berechtigt sein, eine periodische Erregung der Hemmungsapparate des Herzens anzunehmen, ähnlich wie die periodische Erregung der vasomotorischen Centren für die Sigm. Mayer'schen Wellen. Wir haben bereits in der Neigung zum Abfall der Pulsfrequenz unter die ursprüngliche Höhe nach kleiner Muskelarbeit eine Erscheinung angetroffen, welche ebenfalls für eine erhöhte Thätigkeit der Hemmungsvorrichtungen des Herzens zu sprechen scheint.

Wie man sich aber das Zustandekommen einer vermehrten Erregung der Vaguscentren zu denken hat, lässt sich einstweilen nur vermuthungsweise auf Grund von Analogien angeben. Durch die Arbeiten von Leyden [1]), Fr. Frank [2]), Spencer und Horsley [3]) ist es bekannt, dass eine selbst mässige Erhöhung des Druckes innerhalb der Schädelkapsel regelmässig eine bedeutende Verminderung der Schlagzahl des Herzens zur Folge hat. Es könnte also wohl auch hier eine mehr oder weniger starke Hyperämie des Gehirns eine Rolle spielen. Dass eine solche nach Muskelarbeit vorhanden ist, dafür sprechen das lebhaft geröthete Gesicht, der angeschwollene Hals, die kräftig schlagenden Carotiden und strotzend gefüllten Halsvenen. Ob dies der einzige hier thätige Factor ist, oder ob daneben noch vielleicht eine Anhäufung von Stoffwechsel-

1) Leyden, Virchow's Arch. 37. S. 519. 1866.

2) Fr. Frank, Trav. du laborat. de Marey. III. Année 1877.

3) Spencer u. Horsley, Philosophical transactions. Vol. 182. p. 202. 1892.

produkten nach Muskelarbeit in Frage kommen muss, lässt sich einstweilen nicht mit Bestimmtheit angeben. Die letztere Annahme erscheint nicht sehr wahrscheinlich, nachdem wir vor Arbeit, bei völliger Körperruhe, dieselbe Erscheinung wiederholt beobachtet haben. Um eine dyspnoische Erscheinung, durch CO_2 Anhäufung im Blut bedingt, handelt es sich jedenfalls nicht, denn wir wissen, dass selbst nach starker Muskelarbeit durch Vermehrung der Lungenventilation dafür gesorgt wird, dass der Kohlensäure-Gehalt des Blutes nicht erheblich steigen kann. Ferner ist ja im Augenblick, wo die Dyspnoë am stärksten ist, unmittelbar nach Aufhören der Muskelarbeit, von einem periodischen Wechsel der Pulsfrequenz nichts zu sehen.

Eine Erscheinung, welche vielleicht ebenfalls zu Gunsten der Hirnhyperämie als wirksames Moment der centralen Vagusreizung herbeigezogen werden könnte, ist die starke Abnahme der Pulsfrequenz beim Uebergang von der verticalen zur horizontalen Stellung, welche von Minassian[1]) eingehend untersucht worden ist. Hier sind wiederum günstige Bedingungen zum Zustandekommen eines vermehrten Blutgehaltes des Gehirns vorhanden: Erleichteter arterieller Zufluss einerseits, Erschwerung des venösen Abflusses andrerseits. Auch hier beobachtet man die Anschwellung des Halses, die starke Füllung der venösen Gefässe, die Röthung des aufgedunsenen Gesichtes.

Der periodische Wechsel der Frequenz tritt hier und da auch ohne jede Andeutung von Wellen ein. Gute Beispiele dieser Erscheinung liefern die Fälle K. (Versuch 182, vor Arbeit, Diagramm 3 Curve III Anhang) und K. (Versuch 186, 25 Min. nach Arbeit Curve VIII Anhang). In letzterm Versuch ist eine bedeutende Schwankung der Frequenz bei eben angedeuteter Welle zu finden. Man könnte vielleicht auf Grund dieser Beobachtung geneigt sein, dem Frequenzwechsel jede Bedeutung für das Zustandekommen der Wellen abzusprechen und darin nur eine secundäre, mit den spontanen Sigm. Mayer'schen Wellen zufällig zusammenfallende Erscheinung erblicken. Eine solche Schlussfolgerung erscheint uns aber nicht ohne Weiteres berechtigt. Eine Verlangsamung der Herzschläge braucht ganz und gar nicht nothwendiger Weise eine Abnahme des arteriellen Blutdruckes zur Folge zu haben, sie kann ja sogar von einer schwachen Erhöhung des Druckes begleitet sein.

---

1) Minassian, Einfluss der Körperlage auf die Herzthätigkeit. I.D. Basel 1895.

Es können hier compensatorische Momente in Action treten, u. A. eine kräftigere, vollständigere Systole, in Folge welcher das Schlagvolum in der Zeiteinheit nicht proportional der Abnahme der Frequenz sinkt.

Wir haben bereits die Fälle erwähnt, in welchen ein deutlicher Zusammenhang zwischen Wellen und Athembewegungen zu beobachten war; wir geben hier einige Beispiele auf S. 114—115 dieser Athmungswellen wieder:

Die Athmungswellen treten entweder für sich bei Ausschluss anderer Wellen auf, oder sie sind im Zusammenhang mit langen Sigm. Mayer'schen Wellen, auf welchen sie kleinere Undulationen bilden. Man kann sie leicht an ihrer Kürze erkennen, indem sie höchstens 5—7 Pulsationen umfassen. Im Gegensatz zu den Frequenzwellen, welche eher Neigung haben später aufzutreten, erscheinen die Athmungswellen frühzeitig, sofort oder höchstens 2—5 Minuten nach verrichteter Arbeit. Periodische, mit den Athmungswellen übereinstimmende Schwankungen konnten nicht erkannt werden, dagegen haben wir in einigen Fällen periodische Schwankungen der Pulsgrösse beobachtet, wie aus Fall Suter (Versuch 87, 2 Minuten nach Arbeit, Diagramm 11, Curve XII, Anhang) deutlich ersehen werden kann.

In der oben citirten Arbeit hat Sigm. Mayer schon auf Druckschwankungen aufmerksam gemacht, welche nicht wie die eben geschilderten rhythmisch auftreten, sondern nur hie und da in regelloser Reihenfolge. Solche Schwankungen haben wir ebenfalls beobachtet, so dass im Verlauf einer ganzen Curvenreihe von ca. 45 Sec. nur eine einzige Welle zu beobachten war, während die übrige Curve flach verlief.

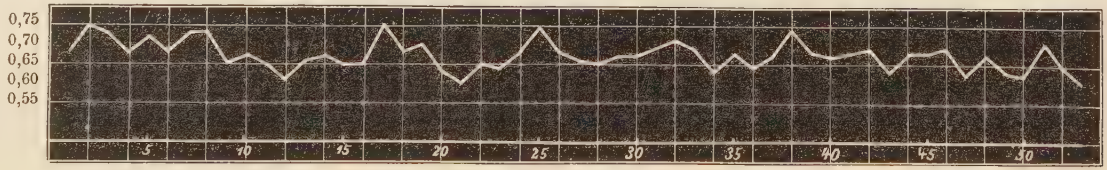
3. Unregelmässigkeiten des Pulses.

Endlich ist noch ein Wort über die arhythmischen Erscheinungen in der Reihenfolge der Pulsationen zu sagen. In seiner Arbeit hebt schon Christ hervor, dass das Auftreten von Arhythmie nach Arbeit als eine seltene Erscheinung zu betrachten ist. Auch wir haben in unseren Versuchen (abgesehen von den oben erwähnten Schwankungen des Rhythmus) nur einige Male Unregelmässigkeiten des Pulses beobachtet. Dieselben treten entweder sofort nach Muskelarbeit auf, indem in der Reihenfolge der Pulsationen ein viel kleinerer, rasch auftretender Puls erscheint, oder indem eine Pulsation den Charakter eines Pulsus bigeminus aufweist. Diese

11. Suter. 19. XI. 96. Versuch 87. (2 Min. nach Arbeit.) (S. Curve XII. Anhang).

Pulsdauer in Sec. = 0,68 — 0,75 — 0,73 — 0,68 — 0,72 — 0,68 — 0,73 — 0,73 — 0,65 — 0,67 — 0,65 — 0,61 — 0,66 — 0,67 — 0,66 — 0,65 — 0,65 — 0,75 — 0,68 — 0,70 — 0,63 — 0,60 — 0,65 — 0,64 — 0,68 — 0,74 — 0,68 — 0,66 — 0,65 — 0,67 — 0,67 — 0,69 — 0,71 — 0,69 — 0,63 — 0,68 — 0,64 — 0,67 — 0,74 — 0,68 — 0,67 — 0,68 — 0,69 — 0,63 — 0,68 — 0,68 — 0,69 — 0,62 — 0,67 — 0,63 — 0,62 — 0,71 — 0,64 — 0,60.

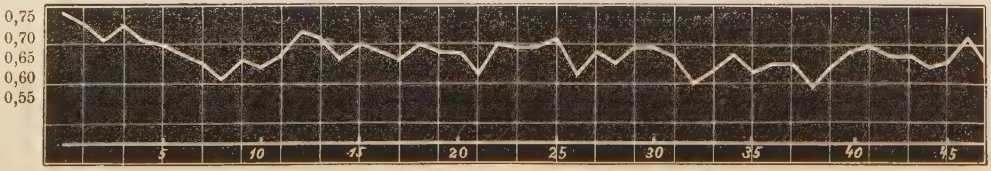
Fig. 7.



12. Suter. 21. XI. 96. Versuch 100. (5 Min. nach Arbeit.) (S. Curve XI. Anhang).

Pulsdauer in Sec. = 0,78 — 0,75 — 0,71 — 0,75 — 0,71 — 0,70 — 0,67 — 0,65 — 0,61 — 0,66 — 0,64 — 0,67 — 0,73 — 0,71 — 0,66 — 0,70 — 0,68 — 0,66 — 0,70 — 0,68 — 0,68 — 0,62 0,70 — 0,69 — 0,69 — 0,71 — 0,62 — 0,68 — 0,65 — 0,69 — 0,69 — 0,67 — 0,60 — 0,63 — 0,67 — 0,63 — 0,65 — 0,65 — 0,59 — 0,64 — 0,68 — 0,69 — 0,67 — 0,67 — 0,64 — 0,65 — 0,71 — 0,65.

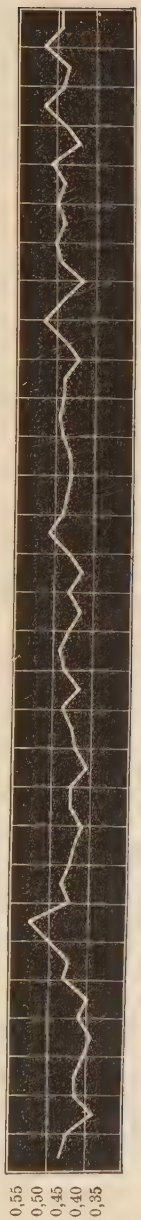
Fig. 8.



13. **Frei. 9. II. 97. Versuch 183. (Sofort nach Arbeit.)** (S. Curve VIII. Anhang.)

Pulsdauer in Sec. = 0,46 — 0,45 — 0,38 — 0,44 — 0,43 — 0,41 — 0,39 — 0,42 — 0,40 — 0,46 — 0,45 — 0,50 — 0,55 — 0,45 — 0,47 — 0,45 — 0,44 — 0,42 — 0,45 — 0,45 — 0,41 — 0,44 — 0,45 — 0,47 — 0,43 — 0,47 — 0,48 — 0,46 — 0,43 — 0,46 — 0,51 — 0,48 — 0,47 — 0,46 — 0,46 — 0,48 — 0,49 — 0,48 — 0,48 — 0,44 — 0,48 — 0,53 — 0,53 — 0,48 — 0,43 — 0,49 — 0,50 — 0,48.

Fig. 9.



vereinzelten Erscheinungen verschwinden aber sofort, und im weitern Verlauf der Erholung ist der Rhythmus des Pulses ein vollkommen regelmässiger. Bloss in 3 Fällen haben wir bei gesunden oder anscheinend gesunden Individuen einige Zeit nach verrichteter Arbeit eigentliche Unregelmässigkeiten des Pulses beobachtet. Hier traten merkwürdiger Weise die Unregelmässigkeiten nicht sofort, sondern erst nach 2 oder 5 Minuten auf. In allen 3 Fällen hatte die Arhythmie den gleichen Charakter: es handelte sich um die unter dem Namen Allorhythmie bekannte Erscheinung, bei welcher hier und da, bei sonst regelmässigem Pulse eine Pulsation aussetzte, so dass man einen Puls von der Dauer zweier normaler Pulsationen erhält. In einem Fall setzte der Puls in regelmässiger Reihenfolge aus, und es entstand so das Bild eines Pulsus alternans bigeminus. Bei genauer Betrachtung der Curve konnte jedoch auch hier in vielen Fällen auf dem absteigenden Schenkel eine kleine abnorme Elevation wahrgenommen werden, welche sich zeitlich gerade an der Stelle befand, wo normaler Weise eine neue Pulsation hätte anheben müssen; es lassen sich diese kleinen Erhebungen also ungezwungen als larvirte Pulsationen deuten. In allen diesen Fällen war bei längerer Beobachtung des ausgeruhten Pulses ein Aussetzen desselben nicht mehr zu bemerken.

In einem 4. Falle bestand schon vor Arbeit eine auffallende Allorhythmie des Pulses. Dieser Fall betrifft einen, allem Anschein nach, gesunden Studenten, bei welchem die physikalische Untersuchung des Herzens, ausser dem häufigen Aussetzen einer Pulsation, nichts Abnormes darbot. Anamnestisch war weder hereditäre Nervosität oder Anlage, noch übermässiger Tabak- oder Theegenuss zu constatiren, und da der Betreffende diese Unregelmässigkeiten schon mit dem 18. Jahre beobachtet haben will, darf ein übermässiger Alcoholgenuss nicht ohne Weiteres als ätiologisches Moment in Anspruch genommen werden. Als wir das betreffende Individuum eine mittlere Arbeit verrichten liessen, verschwand sofort nach Arbeit jede Spur von Unregelmässigkeit. Erst bei den darauffolgenden Curvenaufnahmen, nach 2 und 5 Minuten, kehrte der aussetzende Puls allmählig wieder. Nach täglicher Wiederholung der gleichen Arbeit wurde nach und nach der Puls etwas regelmässiger und die Zahl der aussetzenden Pulsationen geringer, ohne dass jedoch die Arhythmie völlig geschwunden wäre.

Die hier beobachtete Arhythmie kann kaum als Ermüdungserscheinung aufgefasst werden, denn sie ist von der bei Delirium cordis und Herzschwäche zu beobachtenden ganz verschieden. Es wird sich hier um eine nervöse Erscheinung handeln, deren Natur und Entstehungsursachen uns zur Zeit noch sehr wenig bekannt sind. Möglicher Weise könnte es sich um ähnliche Vorgänge handeln, wie sie schon Haidenhain [1]) bei Reizung des Kopfmarks bei durchschnittenen Vagis, sowie Knoll [2]) bei peripherer Reizung der sensiblen Nerven, beobachtet haben. Haidenhain erklärt das Auftreten dieser Arhythmie mit Interferenzen der von den intra- und extracardialen Centren ausgehenden Reize. Knoll sah ferner diese Arhythmie auch bei unversehrtem Apparat, nach raschen Schwankungen des intracardialen Druckes auftreten, wie sie durch Compression der Bauchaorta oder Reizung eines Splanchnicus hervorgerufen werden können. Es sollen also diese bei starker Steigerung des Blutdruckes aufgetretenen Schwankungen nach letzterem Autor in einem starken, mannigfaltigen Wechsel zwischen kräftigen, abortiven und vorzeitig eintretenden Herzschlägen bestehen.

Auch kann man eine directe Reizung des Vaguscentrums in der Medulla mit darauffolgender Pulsverlangsamung und Irregulari-

---

1) Haidenhain, Pflüger's Arch. Bd. 5. S. 143. 1872.

2) Knoll, Sitz.-Ber. der k. k. Akad. der Wissensch. nat. math. Cl. LXVI. III. 1872.

täten, wie sie Roy und Adami,[1]) sowie Konow und Strubeck[2]) bei Asphyxie beobachtet haben, annehmen. Die ersten Autoren erklären sich das Auftreten von Irregularitäten durch Interferenzen des auricularen ideoventricularen Rhythmus, was mehr auf eine gesteigerte Vaguswirkung oder auf eine erhöhte Reizbarkeit des Ventrikels, als auf Krankheit oder mangelhafte Ernährung der Herzmuskulatur hindeutet.

Wir sind uns wohl bewusst, die Aufgabe, welche wir uns ursprünglich gestellt hatten, durch die vorliegenden Untersuchungen nicht auch nur annähernd gelöst zu haben. Es lag nicht in unserm Vermögen, die zahlreichen Factoren, welche bei diesen so complicirten Vorgängen der Herzarbeit eine Rolle spielen, vollständig klar zu legen und auseinander zu halten. Wir hoffen jedoch, dass die mitgetheilten Versuche dazu beitragen werden, unsere Kenntnisse der Variationen des normalen Pulses beim Menschen etwas aufzuklären, so dass es nach und nach gelingen möchte, feste Anhaltspunkte zur Vergleichung des normalen mit dem krankhaft veränderten Herzen zu gewinnen, und somit die überaus wichtige dynamische Untersuchung des Herzens zu ermöglichen.

Zum Schlusse erfülle ich die angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Immermann, auf dessen klinischem Laboratorium vorliegende Beobachtungen ausgeführt wurden, für das stete Interesse, mit welchem er die Arbeit verfolgte, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Zu besonderem Dank bin ich Herrn Privatdocent Dr. Jaquet verpflichtet, der durch seine beständige Anregung und Leitung die Arbeit wesentlich gefördert hat.

---

1) Roy und Adami, Philosophical transactions. Vol. 183. p. 282. 1892.
2) Konow und Strubeck, Skand. Arch. f. Physiol. Bd. 1. S. 403. 1885.

Casuistik.

I. Versuchsreihe.

Geleistete Arbeit: ca. 1000 Kilogrammeter.

1. Burckhardt, Max, cand. med., 22 Jahre, gesund.

Versuchsnummer	248		249		250		252		254	
Datum	6. IV. 97		7. IV. 97		8. IV. 97		9. IV. 97		10. IV. 97	
Arbeitsgrösse	14 Meter × 72 Kilogramm Körpergewicht = 1008 Kilogrammeter									
Arbeitszeit	2 Min. 35 Sec.		2 Min. 32 Sec.		2 Min. 32 Sec.		2 Min. 31 Sec.		2 Min. 26 Sec.	
	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.
Pulsfrequenz vor Arbeit	12,58 11,94 11,93	**72,90**	12,50 12,10 12,23	**73,66**	12,00 12,00 12,33	**72,66**	11,49 11,51 11,69	**69,38**	12,31 12,86 12,58	**75,50**
Pulsfr. sofort nach Arbeit	14,19 13,08 12,21	**78,96**	14,41 13,73 12,30	**80,88**	15,33 12,61 12,49	**80,86**	14,87 13,56 11,76	**80,38**	14,55 13,58 13,64	**83,54**
Pulsfr. 2 Min. nach Arbeit	11,47 11,52 11,66	**69,30**	11,06 11,33 11,83	**68,44**	12,08 12,67 12,66	**74,82**	11,52 12,01 12,43	**71,92**	13,16 12,57 12,96	**77,38**
Pulsfr. 5 Min. nach Arbeit	11,62 11,74 12,25	**71,22**	11,43 11,63 11,79	**69,70**	12,15 11,99 12,35	**72,98**	13,32 13,24 13,09	**79,30**	13,51 13,53 13,49	**81,06**
Pulsfr. 10 Min. nach Arbeit	12,04 12,00 11,83	**71,74**	11,00 10,81 11,49	**66,60**	11,60 11,59 11,48	**69,34**	12,24 11,84 12,08	**72,32**	12,67 11,93 12,77	**74,74**
Pulsfr. 15 Min. nach Arbeit	12,65 12,12 12,18	**73,90**	11,76 11,28 11,78	**69,64**	12,66 12,15 12,40	**74,42**	12,29 12,02 12,44	**73,50**	12,26 12,25 11,71	**72,44**
Bemerkungen	Arbeit ohne Beschwerden.		Idem		Idem		Idem		Abends vorher mässiger Alkoholgenuss Arbeit ohne Beschwerden.	

2. Karcher, Arzt, 25 Jahre, gesund.

Versuchsnummer	251		256		259	
Datum	9. IV. 97		11. IV. 97		12. IV. 97	
Arbeitsgrösse	14,4 Meter × 69,5 Kg. Körpergewicht = 1000,8 Kilogrammeter					
Arbeitszeit	2 Min. 2 Sec.		2 Min. 3 Sec.		1 Min. 58 Sec.	
	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.
Pulsfrequenz vor Arbeit	10,99 10,64 11,11	**65,48**	12,22 12,63 12,22	**74,14**	13,00 13,00 13,33	**78,66**
Pulsfr. sofort nach Arbeit	13,15 11,54 11,03	**71,44**	15,43 13,74 13,04	**84,42**	16,33 14,70 13,83	**89,72**
Pulsfr. 2 Min. nach Arbeit	9,86 9,75 9,73	**58,68**	11,59 11,03 11,49	**68,22**	12,10 11,48 11,53	**70,22**
Pulsfr. 5 Min. nach Arbeit	10,26 10,32 11,24	**63,64**	12,21 12,56 12,69	**74,92**	12,72 12,82 13,06	**77,20**
Pulsfr. 10 Min. nach Arbeit	10,46 10,68 11,09	**64,46**	11,86 12,23 12,06	**72,30**	13,08 12,35 12,62	**76,10**
Pulsfr. 15 Min. nach Arbeit	10,60 10,27 10,55	**62,84**	12,58 12,63 12,60	**75,62**		
Bemerkungen	Wenig vermehrte Athemfrequenz nach Arbeit		Arbeit ohne Beschwerden			

3. K..., cand. med. 24 Jahre.

Versuchsnummer	253		255		257		258	
Datum	9. IV. 97		10. IV. 97		11. IV. 97		12. IV. 97	
Arbeitsgrösse	13,6 Meter × 73,4 Kg. Körpergewicht = 998,22 Kilogrammeter							
Arbeitszeit	1 Min. 55 Sec.		2 Min. 6 Sec.		2 Min. 11 Sec.		2 Min. 10 Sec.	
	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.
Pulsfrequenz vor Arbeit	15,00 15,36 15,33	**91,38**	15,21 14,79 14,85	**89,70**	13,85 13,20 12,80	**79,70**	15,02 14,79 14,93	**89,48**
Pulsfr. sofort nach Arbeit	19,91 18,00 16,69	**109,20**	20,33 17,90 16,45	**109,36**	19,36 16,40 15,30	**102,12**	19,25 17,25 15,77	**104,54**
Pulsfr. 2 Min. nach Arbeit	15,42 14,80 14,37	**89,18**	15,13 14,01 14,22	**86,72**	13,74 13,54 13,67	**81,90**	15,19 15,54 14,92	**91,30**
Pulsfr. 5 Min. nach Arbeit	16,50 15,21 15,39	**94,20**	14,76 14,34 14,56	**87,32**	13,86 13,96 13,27	**82,18**	15,55 15,29 15,15	**91,98**
Pulsfr. 10 Min. nach Arbeit	14,28 13,93 14,12	**84,66**	15,10 15,29 14,85	**90,48**	14,65 14,53 14,24	**86,84**	14,19 14,38 14,69	**86,52**
Pulsfr. 15 Min. nach Arbeit	15,49 14,04 13,61	**86,28**	14,85 14,45 14,38	**87,36**	14,17 14,15 13,54	**83,72**	14,71 15,16 15,03	**89,80**
Bemerkungen			Arbeit ohne jegliche Beschwerden					

4. Staehelin, August, 25 Jahre pract. Arzt, gesund.

Versuchsnummer	270		272	
Datum	27. IV. 97		28. II. 97	
Arbeitsgrösse	13,6 Meter × 77,5 Kg. Körpergewicht = 1054 Kilogrammeter			
Arbeitszeit	1 Min. 45 Sec.		1 Min. 50 Sec.	
	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.
Pulsfrequenz vor Arbeit	9,69 9,47 10,01	**58,34**	10,35 10,15 10,24	**61,48**
Pulsfr. sofort nach Arbeit	14,85 13,10 12,11	**80,12**	16,12 14,51 12,15	**85,56**
Pulsfr. 2 Min. nach Arbeit	9,16 9,34 8,99	**54,98**	10,10 9,59 9,69	**58,76**
Pulsfr. 5 Min. nach Arbeit	9,62 9,45 8,92	**55,98**	10,43 9,96 10,70	**62,18**
Pulsfr. 10 Min. nach Arbeit	9,16 9,17 9,01	**54,68**	11,30 11,40 11,60	**68,60**
Pulsfr. 15 Min. nach Arbeit			11,18 10,95 11,31	**66,88**
Bemerkungen	Arbeit ohne Beschwerden		Hat Nachts vorher wenig geschlafen. Arbeit ohne Beschwerden	

II. Versuchsreihe.

Geleistete Arbeit: ca. 4500 Kilogramm.

1. Burckhardt Max, cand. med. 22 Jahre, gesund.

Versuchsnummer	269		271		273		274	
Datum	27. IV. 97.		28. IV. 97.		29. IV. 97.		2. V. 97.	
Arbeitsgrösse	63 Meter × 72 Kg. Körpergewicht = 4536,0 Kilogrammeter.							
Arbeitszeit	10 Min. 15 Sec.		10 Min,		9 Min. 30 Sec.		9 Min. 45 Sec.	
	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.
Pulsfrequenz vor Arbeit	12,00 12,47 12,37	**73,68**	13,76 13,77 13,64	**82,34**	13,43 13,52 13,02	**79,94**	11,89 12,02 12,63	**73,08**
Pulsfr. sofort nach Arbeit	16,00 15,18 15,02	**92,40**	17,07 15,94 15,66	**97,34**	17,64 16,76 16,48	**101,76**	17,18 16,15 15,57	**97,80**
Pulsfr. 2 Min. nach Arbeit	14,01 13,93 13,75	**83,38**	14,26 14,53 14,89	**87,36**	15,00 14,91 15,09	**90,00**	13,58 13,91 14,13	**83,24**
Pulsfr. 5 Min. nach Arbeit	13,51 13,16 13,17	**79,68**	13,49 13,40 13,57	**80,92**	13,43 13,17 13,80	**81,80**	12,84 12,86 12,74	**76,88**
Pulsfr. 10 Min. nach Arbeit	13,20 13,35 13,20	**79,50**	14,10 14,15 14,13	**84,76**	13,45 13,05 12,99	**78,98**	13,38 13,31 13,46	**80,30**
Pulsfr. 15 Min. nach Arbeit	12,98 12,21 13,03	**76,44**	13,69 13,31 13,56	**81,12**	13,04 12,48 13,43	**77,90**	12,14 12,47 12,39	**74,00**
Pulsfr. 20 Min. nach Arbeit	12,50 12,38 12,32	**74,40**						
Bemerkungen	Mässige Vermehrung der Athemfrequenz; sonst keinerlei Beschwerden.				Gestern Abend etwas mehr Alkoholgenuss.			

2. Bührer, cand. med., 24 Jahre, gesund.

Versuchsnummer	48		51		55		58		66		71		75		80		85		91	
Datum	6. XI. 96.		10. XI. 96.		11. XI. 96		12. XI. 96.		14. XI. 96.		16. XI. 96.		17. XI. 96.		18. XI. 96.		19. XI. 96.		20. XI. 96.	
Arbeitsgrösse	58,8 Meter × 76,4 Kg. Körpergewicht = 4492,32 Kilogrammeter.																			
Arbeitszeit	8 Min. 55 Sec.		8 Min. 35 Sec.		8 Min. 35 Sec.		8 Min. 30 Sec.		7 Min. 14 Sec.		6 Min. 35 Sec.		6 Min. 20 Sec.		6 Min. 35 Sec.		6 Min. 11 Sec.		6 Min. 10 Sec.	
	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro. Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.
Pulsfrequenz vor Arbeit	11,22 11,19 11,45	**67,72**		ca. **60,50**		**58,12**	10,97 11,03 11,18	**66,36**	11,73 11,89 11,99	**71,22**	11,80 11,97 12,01	**71,56**	10,63 11,10 11,18	**65,82**	10,06 10,06 10,25	**60,74**	10,94 10,34 10,80	**64,16**	10,57 10,32 10,32	**62,42**
Pulsfr. sofort nach Arbeit	13,37 11,84 11,95	**74,32***	12,05 10,62 10,13	**65,60***	11,83 10,72 10,71	**66,52***	15,75 14,07 13,27	**86,18**	18,05 16,58 13,64	**96,54**	18.15 16,80 15,53	**100,96**	17,43 16,33 15,25	**98,02**	16,86 14,62 13,64	**90,24**	16,58 16,37 14,71	**95,32**	15,92 14,50 13,08	**87,00**
Pulsfr. 2 Min. nach Arbeit	10,39 10,34 10,48	**62,42**	9,23 9,34 9,60	**56,34**	10,26 9,93 9,98	**60,34**	10,29 10,41 10,31	**62,02**	12,61 12,08 12,14	**73,66**	12,89 12,99 12,76	**77,28**	12,46 12,29 12,16	**73,82**	11,06 11,14 11,22	**66,84**	11,56 11,44 11,21	**68,42**	10,37 10,47 10,44	**62,56**
Pulsfr. 5 Min. nach Arbeit					9,69 9,58 9,79	**58,12**	10,70 10,63 10,53	**63,72**	13,57 12,98 13,45	**80,00**	10,92 11,76 10,92	**67,20**	11,18 10,99 10,88	**66,10**	11,78 11,66 11,77	**70,42**	11,36 11,60 11,06	**68,04**	10,49 10,49 10,51	**62,98**
Pulsfr. 10 Min nach Arbeit							10,71 10,83 10,90	**64,88**	12,22 12,83 12,91	**75,92**	12,31 11,87 11,45	**71,26**	11,60 11,09 11,34	**68,06**	11,39 11,09 10,74	**66,44**	11,75 10,96 11,31	**68,04**	10,28 10,58 10,50	**62,72**
Bemerkungen	Aufnahme sitzend. * 25 Sec. nach Arbeit.		Aufnahme sitzend. * 20 Sec. nach Arbeit.		Aufnahme sitzend. * 20 Sec. nach Arbeit.		Aufnahme sitzend.		Aufnahme sitzend. Hat gestern die gleiche Arbeit geleistet. Aufnahme wegen Verschiebung des Sphygmographen missglückt.										Arbeit jeweils ohne Beschwerden.	

Versuchs-nummer.	52		56		60		68		82	
Datum	10. XI. 96.		11. XI. 96.		12. XI. 96.		16. XI. 96.		18. XI. 96.	
Arbeitsgrösse	50,8 Meter × 88,6 Kg. Körper-									
Arbeitszeit	6 Min. 20 Sec.		6 Min. 35 Sec.		6 Min. 17 Sec.		6 Min. 21 Sec.		6 Min. 10 Sec.	
	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.
Pulsfrequenz vor Arbeit		77,80		74,0	13,74 13,15 12,51	78,80	12,52 14,09 11,16	75,54	13,20 11,42 11,51	72,26
Pulsfr. sofort nach Arbeit	22,28 21,32 20,42	128,04	21,22 19,52 17,90	117,28	21,43 19,96 18,53	119,84	19,70 19,30 17,67	113,34	20,20 18,64 17,02	111,72
Pulsfr. 2 Min. nach Arbeit	17,50 17,21 17,63	104,68	15,80 14,51 14,69	90,00	14,57 14,36 15,06	87,98	15,12 15,69 15,46	92,54	13,71 12,29 13,19	78,38
Pulsfr. 5 Min. nach Arbeit	16,40 16,81 16,60	99,62	15,88 15,67 15,46	94,02	15,19 15,68 15,61	92,96	14,69 14,17 13,92	85,56	13,00 13,24 12,89	78,26
Pulsfr. 10 Min. nach Arbeit			13,29 14,05 13,83	82,34	14,19 14,38 15,35	87,84	14,19 13,94 13,90	84,06	13,08 14,29 14,05	82,84
Pulsfr. 15 Min. nach Arbeit					14,16 14,25 13,62	84,06				
Bemerkungen	Arbeit ohne Be-schwerden.									

32 Jahre, gesund.

94	102	111	114	119	122	127
20. XI. 96.	23. XI. 96.	14. XII. 96.	15. XII. 96.	16. XII. 96.	17. XII. 96.	21. XII. 96.

gewicht = 4500,88 Kilogrammeter.

				Mit 15 Kg. Belastung.		Mit 15 Kg. Belastung.							
6 Min. 50 Sec.		7 Min. 8 Sec.		6 Min. 32 Sec.		6 Min. 56 Sec.		6 Min. 22 Sec.		6 Min. 58 Sec.		6 Min. 47 Sec.	
Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.
11,54		14,95		12,94		13,46		13,24		15,05		12,72	
12,29	72,56	15,45	92,40	12,59	76,30	14,32	84,42	13,06	80,50	14,81	90,10	13,28	77,34
12,45		15,80		12,62		14,43		13,95		15,19		12,67	
18,99		20,96		19,85		21,29		22,01		21,36		18,85	
17,18	105,26	20,80	122,18	19,48	115,00	20,56	122,88	21,16	125,64	21,04	126,34	17,98	108,00
16,46		19,33		18,17		19,59		19,65		20,77		17,17	
14,19		15,91		13,50		15,91		14,90		17,23		14,99	
14,88	88,36	16,13	96,50	13,89	83,96	15,48	92,82	15,15	92,08	17,17	102,66	13,80	86,98
15,11		16,21		14,59		15,02		15,99		16,93		14,70	
14,30		14,65		13,96		13,55		15,00		16,50		13,41	
14,16	85,46	14,61	88,10	13,82	83,40	14,85	87,06	14,56	90,28	15,25	95,84	13,63	82,34
14,27		14,79		13,92		15,13		15,58		16,17		14,13	
14,00		14,24		13,59		14,05		12,09		16,69		13,33	
14,21	85,56	14,76	88,42	13,59	81,36	14,35	84,62	13,91	80,30	17,51	102,56	13,27	80,58
14,57		15,21		13,50		13,91		14,15		17,08		13,69	
										Fühlt sich heute indisponirt.			

4. K... (cand med., 24 Jahre).

Versuchsnummer	63		65		73		79		84		90		97	
Datum	13. XI. 96.		14. XI. 96.		16. XI. 96.		18. XI. 96.		19. XI. 96.		20. XI. 96.		21. XI. 96.	
Arbeitsgrösse	62,2 Meter × 73.8 Kg. Körpergewicht = 4590,36 Kilogrammeter.													
Arbeitszeit	7 Min. 35 Sec.		7 Min. 5 Sec.		7 Min. 48 Sec.		7 Min. 30 Sec.		7 Min. 32 Sec.		8 Min. 6 Sec.		8 Min. 9 Sec.	
	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.
Pulsfrequenz vor Arbeit	13,02 12,82 12,82	**77,32**	13,48 13,32 12,00	**77,60**	—	**83,45**	12,39 12,49 11,89	**73,54**	13,08 12,37 12,49	**75,88**	13,27 13,21 12,73	**78,42**	12,63 12,98 12,46	**76,14**
Pulsfr. sofort nach Arbeit	20,74 18,77 17,34	**113,70**	20,25 18,88 16,66	**111,58**	21,95 19,50 18,17	**119,24**	17,64 16,16 15,00	**97,60**	19,89 18,60 17,29	**111,56**	21,40 19,18 17,61	**116,38**	20,25 19,08 17,85	**114,36**
Pulsfr. 2 Min. nach Arbeit	16,85 16,46 16,04	**98,70**	16,56 15,90 15,49	**95,90**	15,94 15,25 15,49	**93,36**	15,00 14,54 15,05	**89,18**	14,00 15,00 11,33	**81,66**	14,48 14,40 14,88	**87,52**	15,08 — —	ca. **90,48**
Pulsfr. 5 Min. nach Arbeit	14,80 13.94 14,33	**86,14**	15,31 15,27 14,20	**89,56**	15,52 14,21 14,86	**89,18**	14,23 14,07 13,66	**83,92**	12,73 12,47 12,84	**76,08**	13,59 13,37 13,74	**81,40**	13,66 13,96 13,76	**82,76**
Pulsfr. 10 Min. nach Arbeit	14,94 14,87 14,19	**88,00**	14,36 14,14 14,15	**85,30**	15,38 13,86 13,76	**86,00**	13,68 12,51 13,08	**78,54**	13,12 13,55 13.31	**79,96**	13,55 13,28 14,07	**81,80**	13,65 13,15 13,20	**80,00**
Bemerkungen					Arhythmie nach Arbeit 5 Min.				2 Min. nach Arbeit Arhythmie.		3 Min. nach Arbeit Arhythmie.		Arbeit ohne subjective Beschwerden.	

5. Kreis, Oscar, 24 Jahre, cand. med., gesund.

Versuchsnummer	72		76		81		86		92		98	
Datum	16. XI. 96.		17. XI. 96.		18. XI. 96.		19. XI. 96.		20. XI. 96.		21. XI. 96.	
Arbeitsgrösse	61,6 Meter × 73,0 Kg. Körpergewicht = 4496,8 Kilogrammeter.											
Arbeitszeit	7 Min. 43 Sec.		7 Min. 22 Sec.		7 Min. 15 Sec.		7 Min. 10 Sec.		7 Min. 2 Sec.		6 Min. 46 Sec.	
	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.
Pulsfrequenz vor Arbeit	13,51 14,43 13,84	**83,56**	12,87 11,95 12,46	**74,56**	11,77 12,45 12,44	**73,32**	11,85 13,37 12,94	**76,32**	12,13 12,01 12,02	**73,32**	13,65 14,00 14,35	**84,00**
Pulsfr. sofort nach Arbeit	21,60 20,71 19,69	**124,00**	18,53 17,74 17,00	**106,54**	18,27 17,14 16,05	**102,92**	18,35 17,58 15,67	**103,20**	18,88 18,23 17,61	**109,44**	20,27 18,06 16,51	**109,68**
Pulsfr. 2 Min. nach Arbeit	16,43 16,57 16,84	**99,68**	12,57 12,47 13,05	**76,18**	13,46 14,07 14,06	**83,18**	13,00 13,73 13,49	**80,44**	13,19 13,46 13,35	**80,00**	14,18 13,82 14,57	**85,14**
Pulsfr. 5 Min. nach Arbeit	15,38 15,02 14,45	**89,70**	12,36 12,40 12,71	**74,94**	12,98 12,89 13,53	**78,80**	13,53 13,16 13,60	**80,58**	13,39 14,02 13,78	**82,38**	14,23 14,48 14,57	**86,74**
Pulsfr. 10 Min. nach Arbeit	14,91 14,70 15,05	**89,32**	12,90 12,92 12,36	**76,36**	13,62 13,53 13,67	**81,64**	12,47 13,40 13,42	**78,58**	13,44 14,56 14.89	**85,78**	13,59 13,87 13,67	**82,26**
Bemerkungen											Arbeit jeweils ohne Beschwerden.	

6. Dr. Suter, Arzt, 27 Jahre, gesund.

Versuchsnummer	59		62		67		69		78		87		93		100		112		116	
Datum	12. XI. 96.		13. XI. 96.		14. XI. 96.		16. XI. 96.		18. XI. 96.		19. XI. 96.		20. XI. 96.		21. XI. 96.		15. XII. 96.		16. XII. 96.	
Arbeitsgrösse	59,6 Meter × 75,6 Kg. Körpergewicht = 4505,76 Kilogrammeter																46,6 Meter × (75,6 Kg. Körpergewicht + 15 Kg. Belastung) 125,2 Kg. = 4493,76 Kilogrammtr				
Arbeitszeit	6 Min. 32 Sec.		6 Min. 5 Sec.		6 Min. 36 Sec.		6 Min. 53 Sec.		6 Min. 28 Sec.		6 Min. 25 Sec.		6 Min. 20 Sec.		6 Min. 10 Sec.		5 Min. 10 Sec.		4 Min. 58 Sec.	
	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.
Pulsfrequenz vor Arbeit	12,75 12,61 12,14	**75,00**	13,13 13,20 13,95	**80,56**	15,98 15,98 16,34	**96,60**	13,70 13,92 14,31	**83,86**	13,15 13,65 13,86	**81,32**	15,00 15,56 15,27	**91,66**	13,86 13,84 13,54	**82,48**	13,25 14,06 14,11	**82,84**	13,08 13,01 13,38	**78,94**	13,47 13,46 13,60	**81,06**
Pulsfr. sofort nach Arbeit	17,16 15,47 15,28	**95,82**	17,45 15,94 15,27	**97,32**	19,62 19,05 18,33	**114,00**	17,84 16,85 16,38	**102,14**	17,53 16,60 16,54	**101,34**	18,34 17,33 16,17	**103,68**	18,33 16,58 15,87	**101,56**	18,70 16,90 17,54	**106,28**	18,63 17,45 16,25	**104,66**	18,20 17,20 16,65	**104,10**
Pulsfr. 2 Min. nach Arbeit	14,87 14,94 14,90	**89,42**	14,06 14,08 14,45	**85,18**	17,76 17,24 17,50	**105,00**	15,38 15,04 15,52	**91,88**	13,60 13,74 14,27	**83,22**	14,43 15,04 14,72	**88,38**	13,53 14,92 14,95	**86,80**	15,26 16,05 16,15	**94,92**	13,97 13,93 14,36	**84,52**	13,82 14,40 14,54	**85,52**
Pulsfr. 5 Min. nach Arbeit	14,89 14,50 14,07	**86,92**	14,10 14,43 14,47	**86,00**	17,13 17,38 17,33	**103,68**	15,25 14,87 15,51	**91,26**	14,53 14,16 14,61	**86,60**	15,00 15,31 15,62	**91,86**	14,57 14,66 14,68	**87,82**	13,07 14,81 15,04	**85,84**	14,10 14,13 13,90	**84,26**	14,57 14,17 14,49	**86,46**
Pulsfr. 10 Min. nach Arbeit	13,93 14,00 14,16	**84,18**	14,66 14,35 13,96	**85,94**	16,30 16,66 16,46	**98,84**	14,39 14,34 14,27	**86,00**	13,76 13,82 14,13	**83,42**	14,08 14,52 14,88	**86,96**	13,88 13,28 14,18	**82,68**	14,56 14,78 14,14	**86,96**	13,82 13,54 13,74	**82,20**	13,63 14,00 14,28	**83,82**
Bemerkungen																			Arbeit jeweils ohne Beschwerden.	

7. Neuweiler, Oscar, 24 Jahre, cand. med.

Versuchsnummer	222		226		229		234		237		238	
Datum	1. III. 97.		2. III. 97.		3. III. 97.		4. III. 97.		5. III. 97.		6. III. 97.	
Arbeitsgrösse	45,4 Meter × 77,0 Kg. Körpergewicht = 3495,8 Kilogrammeter.											
Arbeitszeit	6 Min. 12 Sec.		5 Min. 40 Sec.		5 Min. 45 Sec.		6 Min. 2 Sec.		6 Min. 3 Sec.		5 Min. 55 Sec.	
	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.
Pulsfrequenz vor Arbeit	14,25 13,86 13,89	**84,00**	12,12 10,74 11,81	**69,34**	11,69 12,56 11,16	**70,82**	13,48 13,09 13,17	**79,48**	12,10 12,63 12,68	**74,82**	10,53 10,80 12,13	**66,92**
Pulsfr. sofort nach Arbeit	20,25 20,19 19,17	**119,22**	18,12 18,02 17,57	**107,42**	19,04 17,34 16,60	**105,96**	19,18 19,00 18,00	**112,36**	20,25 18,94 18,81	**116,00**	17,86 16,21 14,51	**97,16**
Pulsfr. 2 Min. n. Arbeit	15,13 14,45 15,23	**89,62**	12,62 13,19 11,18	**73,98**	13,15 12,70 13,28	**78,26**	15,00 13,99 13,53	**85,04**	14.27 14,07 13,65	**83,98**	13,15 10,60 11,70	**70,90**
Pulsfr. 5 Min. n. Arbeit	14,73 14,96 14,41	**88,20**	12,12 11,21 12,21	**71,08**	12,29 12,42 11,45	**72,32**	13,77 13,64 14,32	**83,46**	13,42 13,17 13,14	**79,46**	10,64 11,69 12,04	**68,74**
Pulsfr. 10 Min. n. Arbeit	13,86 14,05 14,78	**85,38**	12.50 10,95 12,95	**72,80**	11,84 12,69 11,78	**72,62**	13,59 14,60 14,00	**84,38**	13,88 14,45 14,56	**85,78**	11,14 12,60 11,40	**70,28**
Pulsfr. 15 Min. n. Arbeit	14,59 14,35 14,06	**86,00**	12,48 13,08 12,83	**76,78**	12,47 10,69 11,85	**70,02**	13,78 13,89 14,44	**84,22**	13,52 14,25 14,00	**83,54**	12,19 13,37 13,44	**78,00**
Pulsfr. 20 Min. n. Arbeit					11,35 12,76 10,38	**68,98**	13,32 13,30 13,44	**80,12**	13,49 14,62 12,66	**81,54**	10,99 12,68 12,30	**71,94**
Pulsfr. 25 Min. n. Arbeit					11,85 12,06 11,02	**69,86**	13,08 13,22 13,22	**79,04**	12,28 13,00 12,85	**76,26**	12,70 13,40 13,61	**79,42**
Pulsfr. 30 Min. n. Arbeit					12,58 13,07 10,97	**73,24**	13,07 13,41 12,89	**78,74**	13,42 13,61 13,77	**81,60**	12,27 12,27 12,11	**73,30**
Bemerkungen	Nach Arbeit vermehrte Athemfreq., mässige Transpiration. Kein Herzklopfen. Arhythmie.		Wenig vermehrte Athemfreq. Starke Arhythmie 2 Min. nach Arbeit.		Keine Beschwerden. Arhythmie vor und nach Arbeit.		Gestern mehr Alcoholgenuss. Wenig Schlaf.		Keine Beschwerden. Weniger Arhythmie nach Arbeit.			

III. Versuchs-

Geleistete Arbeit: ca.

1. Frei, Albert, 23 Jahre,

Versuchsnummer	183		187		191		192	
Datum	9. II. 97.		10. II. 97.		11. II. 97.		12. II. 97.	
Arbeitsgrösse.	108,4 Meter × (77,4 Kg. Körpergewicht + 15 Ko. Be-							
Arbeitszeit	14 Min. 28 Sec.		14 Min. 35 Sec.		14 Min. 32 Sec.		14 Min. 34 Sec.	
	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.
Pulsfrequenz vor Arbeit	12,29 12,17 12,59	74,10	12,56 12,98 13,51	78,10	14,94 14,51 15,22	89,34	12,85 12,86 13,24	77,90
Pulsfr. sofort nach Arbeit	23,47 21,53 20,40	130,80	22,17 20,49 18,72	122,76	26,00 24,59 23,10	147,38	(23,20) (19,70) 18,43	(122,66)
Pulsfr. 2 Min. nach Arbeit	16,56 16,57 16,35	98,96	17,40 16,45 17,01	101,72	19,80 19,43 19,77	118,00	16,15 16,62 16,23	98,00
Pulsfr. 5 Min. nach Arbeit	16,26 15,55 16,12	95,86	15,08 14,53 15,39	90,0	16,43 16,09 16,63	98,30	15,90 15,50 15,66	94,12
Pulsfr. 10 Min. nach Arbeit	16,55 16,51 16,89	99,90	15,54 15,35 15,26	92,3	16,26 16,35 16,28	97,78	14,26 14,37 14,74	86,74
Pulsfr. 15 Min. nach Arbeit	16,37 16,19 15,88	96,88	15,35 15,26 15,92	93,06	15,63 15,33 15,82	93,56	15,08 14,60 14,76	88,88
Pulsfr. 20 Min. nach Arbeit	15,02 14,89 14,37	88,56	15,35 15,61 15,61	93,14	15,55 15,92 16,53	96,00	14,01 14,05 14,39	84,90
Pulsfr. 25 Min. nach Arbeit	14,12 14,40 14,16	85,36	15,59 15,51 16,00	94,20	16,28 16,08 16,41	97,54	13,06 13,27 13,24	79,14
Pulsfr. 30 Min. nach Arbeit	14,66 14,49 14,84	87,98	15,76 16,08 16,16	96,0	14,44 14,10 14,92	86,92	12,63 12,28 12,88	75,58
Bemerkungen	Nach Arbeit starke Transpiration und vermehrte Athemfrequenz. Leichte körperliche Ermüdung.		Nach Arbeit starke Transpiration. Athmung mässig beschleunigt. Leichtes Müdigkeitsgefühl in den Beinen.		Sehr starke Transpiration nach Arbeit. Etwas körperl. Ermüdung.		Mässige Transpiration. Sonst keinerlei Beschwerden.	

reihe.

10000 Kilogrammeter.

cand. med., gesund.

195	196	197	198	201
15. II. 97.	16. II. 97.	17. II. 97.	19. II. 97.	22. II. 97.

lastung) 192,3 Kg. = 10005,32 Kilogrammeter.

14 Min. 43 Sec.		14 Min. 32 Sec.		14 Min. 35 Sec.		14 Min. 38 Sec.		15. Min. 22 Sec.	
Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.
12,52		14,21		10,89		12,48		11,00	
12,80	77,74	14,40	86,50	11,30	68,52	11,87	72,98	10,46	64,94
13,55		14,64		12,07		12,14		11,01	
23,09		24,55		20,74		22,30		19,81	
21,91	130,36	23,22	138,96	18,90	113,76	21,12	127,30	17,96	109,16
20,18		21,71		17,24		20,23		16,81	
16,96		16,61		13,79		14,93		12,73	
16,30	100,98	16,78	100,02	14,66	88,30	14,07	87,82	12,50	74,74
17,23		16,62		15,70		14,91		12,14	
14,87		16,56		13,80		15,59		11,67	
15,03	88,94	16,25	98,64	13,69	83,22	14,73	90,88	11,83	70,22
14,57		16,51		14,12		15,12		11,61	
15,99		15,15		13,47		14,39		12,08	
15,88	95,06	15,08	91,38	13,60	81,62	13,96	84,72	11,97	73,06
15,66		15,46		13,74		14,01		12,48	
14,67		16,39		13,48		14,67		11,28	
15,03	90,40	16,10	97,34	13,08	79,50	13,94	85,66	11,30	68,18
15,50		16,18		13,19		14,22		11,51	
13,14		15,86		12,46		13,21			
13,24	79,52	16,18	96,60	12,96	75,00	13,22	80,16	—	—
13,38		16,26		12,08		13,65			
13,99		14,55		12,21		14,24		11,74	
13,95	84,16	14,32	85,76	11,72	71,84	13,97	84,86	11,95	71,32
14,14		14,01		11,99		14,22		11,97	
13,07		14,20				14,64			
13,42	80,30	13,99	83,70			14,56	86,86	—	—
13,66		13,66				14,23			

Sehr wenig Transpiration. Keinerlei Beschwerden.	Etwas mehr Transpiration als gestern. Sonst keine Beschwerden.	Arbeit ohne Beschwerden. Fast keine Transpiration.	Arbeit ohne Beschwerden. Sehr wenig Transpiration.	Ohne Beschwerden.

2. Dr. Alfr. Jaquet, 32 Jahre, gesund.

Versuchsnummer	130		135		137		142	
Datum	28. II. 96.		2. I. 97.		4. I. 97.		7. I. 97.	
Arbeitsgrösse	96,6 Meter × (88,6 Kg. Körpergewicht + 15,0 Kg. Belastung) 103,6 Kg. = 10 007,76 Kilogrammeter.							
Arbeitszeit	13 Min. 32 Sec.		13 Min. 5 Sec.		12 Min. 15 Sec.		13 Min. 23 Sec.	
	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.
Pulsfrequenz vor Arbeit	12,47 13,15 13,00	77,24	13,13 13,39 12,15	77,34	16,98 17,24 16,97	102,38	12,30 12,18 11,77	72,50
Pulsfr. sofort nach Arbeit	23,07 23,04 21,62	135,46	22,58 22,60 21,22	132,80	27,64 26,00 24,47	156,22	21,28 21,44 20,44	126,32
Pulsfr. 2 Min. nach Arbeit	15,98 16,14 15,78	95,80	17,00 16,53 16,45	99,96	21,42 21,48 20,67	127,14	15,24 15,31 14,83	90,76
Pulsfr. 5 Min. nach Arbeit	16,00 15,94 15,92	95,72	15,00 15,27 15,15	90,84	19,67 19,92 19,69	118,56	14,19 13,94 14,13	84,52
Pulsfr. 10 Min. nach Arbeit	14,12 14,11 14,49	85,44	15,34 15,32 14,77	90,86	19,00 18,94 18,72	113,32	14,74 14,50 14,55	87,58
Pulsfr. 15 Min. nach Arbeit	14,69 14,64 14,71	88,08	14,56 15,32 14,46	88,68	14,69 17,51 18 14	100,68	13,84 14,11 14,56	85,02
Bemerkungen	Nach Arbeit ziemlich stark vermehrte Athemfrequenz und Transpiration.				Heute etwas grösserer Alkoholgenuss als gewöhnlich. Ziemlich starke Transpiration.			

3. **Maurer, Adolf**, Laboratoriumsdiener, 23 Jahre, gesund.

Versuchsnummer	144		153		154		156	
Datum	10. I. 97.		20. I. 97.		21. I. 97.		22. I. 97.	
Arbeitsgrösse	126 Meter × (64,4 Kg. Körpergewicht + 15 Kg. Belastung) 79,7 Kg. = 10042,2 Kilogrammeter.							
Arbeitszeit	13 Min. 53 Sec.		14 Min. 26 Sec.		14 Min. 26 Sec.		13 Min. 57 Sec.	
	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.
Pulsfrequenz vor Arbeit	12,72 12,6 12,10	74,84	12,89 12,81 12,17	75,74	12,15 12,21 12,48	73,68	13,85 14,15 14,46	84,92
Pulsfr. sofort nach Arbeit	27,10 25,57 24,14	153,26	22,51 19,97 19,96	124,88	21,76 20,84 20,61	126,42	23,93 22,11 21,61	135,30
Pulsfr. 2 Min. nach Arbeit	21,22 20,99 21,09	126,60	17,21 17,54 17,91	105,32	17,63 17,58 17,95	106,32	18,5 18,42 18,75	111,34
Pulsfr. 5 Min. nach Arbeit	18,76 18,47 18,22	110,90	15,53 15,88 16,02	94,86	16,00 16,24 16,10	96,68	18,41 18,44 18,06	109,82
Pulsfr. 10 Min. n. Arbeit	17,59 17,40 17,11	104,20	15,62 15,50 15,36	92,96	15,32 15,42 15,40	92,28	18,12 18,22 18,19	109,06
Pulsfr. 15 Min. n. Arbeit	16,70 17,28 17,52	103,00	15,95 15,27 15,08	92,6	15,29 14,83 15,01	90,26	17,24 17,27 17,46	103,94
Pulsfr. 20 Min. n. Arbeit	17,66 16,82 16,92	102,80	14,87 14,80 14,33	88,0	15,52 15,03 15,18	91,46	16,63 16,68 16,61	99,84
Pulsfr. 25 Min. n. Arbeit	—		—		—		16,42 16,53 16,46	98,82
Fulsfr. 30 Min. n. Arbeit	12,58 10,7 10,85	68,26 Collaps!					15,90 16,37 16,20	96,94
Bemerkungen	War gestern lange auf. Nüchtern. Arbeit verursacht starke Athemfrequenz und Transpiration.		Keine Beschwerden. Nach Arbeit vollkommen Wohlbefinden.		Ohne Beschwerden.		Ohne Beschwerden.	

(Forts.) 3. Maurer, Adolf, Laboratoriums-

Versuchsnummer	159		160		162		163	
Datum	25. I. 97.		26. I. 97.		27. I. 97.		28. I. 97.	
Arbeitsgrösse	126 Meter × (64,4 Kg. Körpergewicht + 15 Kg.							
Arbeitszeit	14 Min. 43 Sec.		14 Min. 20 Sec.		14 Min. 16 Sec.		13 Min. 40 Sec.	
	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.
Pulsfrequenz vor Arbeit	15,05 14,75 14,92	89,44	13,33 13,12 12,96	78,82	14,76 14,34 14,22	86,64	15,04 13,82 12,59	82,90
Pulsfr. sofort nach Arbeit	23,00 21,21 20,45	129,32	19,72 18,30 17,71	111,46	22,27 21,0 20,28	127,10	20,85 20,37 19,25	120,94
Pulsfr. 2 Min. nach Arbeit	18,12 17,39 17,58	106,18	16,64 16,91 16,30	99,70	17,88 18,0 17,84	107,44	16,31 16,41 15,82	97,08
Pulsfr. 5 Min. nach Arbeit	18,53 18,36 18,33	110,44	13,96 13,76 13,82	83,08	16,93 16,25 16,60	99,56	15,73 15,67 15,81	94,42
Pulsfr. 10 Min. nach Arbeit	17,36 16,28 16,16	99,60	13,95 13,82 14,07	83,68	16,21 16,21 16,57	97,98	15,29 15,48 15,02	91,58
Pulsfr. 15 Min. nach Arbeit	16,00 16,10 16,00	96,2	15,33 13,70 13,46	84,88	15,21 15,33 16,0	93,08	13,34 13,71 13,74	81,58
Pulsfr. 20 Min. nach Arbeit	16,33 16,02 15,98	96,66	13,05 13,71 13,56	80,64			14,23 13,98 14,30	85,02
Pulsfr. 25 Min. nach Arbeit	15,73 15,83 16,0	95,12	12,94 12,84 12,66	76,88			14,69 15,0 15,75	90,88
Pulsfr. 30 Min. nach Arbeit	15,85 16,06 15,61	95,04	13,26 12,64 13,07	77,94			14,48 14,81 14,77	88,12
Bemerkungen	Ohne Beschwerden. Mässige Transpiration.		Arbeit ohne Beschwerden.		Ohne Beschwerden.		Arbeit ohne Beschwerden. Mässige Transpiration.	

diener, 23 Jahre, gesund.

164	167	170	172	174
29. I. 97.	1. II. 97	2. II. 97.	3. II. 97.	4. II. 97.

Belastung) 79,7 Kg. = 10042,5 Kilogrammeter.

13 Min. 59 Sec.		14 Min. 45 Sec.		14 Min. 45 Sec.		14 Min. 10 Sec.		15 Min. 7 Sec.	
Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.
14,60		14,00		12,03		13,28		12,13	
14,25	86,44	13,86	83,34	12,18	72,60	12,73	77,82	11,80	70,34
14,37		13,81		12,09		12,90		11,24	
21,35		22,44		16,92		20,67		19,35	
20,72	123,16	22,81	134,50	16,00	97,0	20,06	120,24	18,21	109,52
19,51		22,00		15,58		19,39		17,20	
16,81		19,69		13,71		15,97		13,80	
17,9	105,34	19,77	118,76	14,22	84,20	16,66	99,82	13,27	79,34
17,96		19,92		14,17		17,28		12,60	
16,74		17,22		13,64		15,63		14,92	
17,00	102,0	17,23	105,38	13,76	82,52	15,60	93,40	14,75	88,46
17,26		18,24		13,86		15,47		14,56	
16,28		16,75		14,61		15,11		14,30	
15,89	95,96	16,48	99,86	13,80	83,66	15,33	91,68	14,61	85,52
15,81		16,70		13,42		15,40		13,85	
15,38		15,51		13,28		14,91		13,58	
15,38	92,16	15,82	93,88	12,96	79,06	14,90	89,30	13,61	82,60
15,32		15,61		13,29		14,84		14,11	
16,03		15,18		12,67		15,66		13,00	
15,84	93,98	15,42	92,34	12,19	75,46	14,91	91,12	13,14	78,82
15,12		15,57		12,87		14,99		13,27	
14,50		14,61				15,31		12,79	
14,44	85,94	14,24	85,78			15,37	93,28	13,64	82,86
14,03		14,04				15,96		15,00	
14,55		14,98		12,68		14,18		12,80	
14,33	87,26	14,86	91,24	12,69	76,34	14,45	85,68	14,36	81,1
14,75		15,78		12,80		14,21		13,39	
Arbeit ohne Beschwerden. Wenig Transpiration.		StarkeTranspiration und Müdigkeit nach Arbeit. Hat vorhergehende Nacht lange getanzt, nur 2 Std. Schlaf.		Arbeit ohne Beschwerden. Wenig Transpiration.		Nach Arbeit ziemlich starke Transpiration. Müdigkeit in den Beinen. Hatte vorhergehende Nacht aufgeregten Schlaf.			

4. Karcher, Hans, pract. Arzt, 25 Jahre, gesund.

Versuchsnummer	149		150		151		152		155		157	
Datum	14. I. 97.		15. I. 97.		16. I. 97.		19. I. 97.		21. I. 97.		22. I. 97.	
Arbeitsgrösse	118,4 Meter × (69,5 Kg. Körpergewicht + 15 Kg. Belastung) 84,5 Kg. = 10 004,8 Kilogrammeter.											
Arbeitszeit	14 Min. 42 Sec.		14 Min. 3 Sec.		14 Min. 9 Sec.		13. Min. 42 Sec.		13 Min. 26 Sec.		13 Min. 20 Sec.	
	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.
Pulsfrequenz vor Arbeit	11,34 11,20 11,35	67,78	10,74 10,97 10,59	64,60	10,95 11,12 11,25	66,64	13,82 13,95 13,94	83,42	11,55 11,25 11,91	69,42	12,13 11,85 12,27	72,50
Pulsfr. sofort nach Arbeit	20,49 19,09 17,61	114,38	18,53 17,18 16,12	103,66	17,89 16,38 15,49	99,52	21,32 19,99 19,11	120,84	20,72 18,70 17,68	114,20	22,00 20,50 19,68	124,36
Pulsfr. 2 Min. nach Arbeit	14,40 15,41 15,57	90,76	12,38 12,15 11,81	72,68	13,34 13,21 13,33	79,76	16,25 16,53 16,50	98,56	14,52 15,01 15,06	89,18	15,80 15,79 16,31	95,80
Pulsfr. 5 Min. nach Arbeit	13,56 13,15 13,19	79,80	12,04 11,45 11,54	70,06	12,47 12,17 12,73	74,74	14,97 15,56 15,88	92,82	13,71 13,80 14,22	83,46	14,56 14,63 14,82	88,02
Pulsfr. 10 Min. nach Arbeit	13,43 13,49 13,81	81,46	11,91 10,85 11,62	68,76	12,45 12,37 12,14	73,92	15,32 14,51 14,95	89,56	13,68 13,13 13,48	80,58	14,80 14,65 14,15	87,20
Pulsfr. 15 Min. nach Arbeit	13,51 13,85 13,72	82,16	11,91 12,48 11,66	72,10	12,22 12,31 12,25	73,56	15,02 14,37 14,60	87,98	13,27 13,29 12,70	78,52	13,18 13,47 14,08	81,46
Bemerkungen	Mässige Vermehrung der Athemfrequenz und Transpiration nach Arbeit.								Arbeit ohne Beschwerden. War vorhergehende Nacht lang auf. Alkoholgenuss.		Keine Beschwerden.	

5. K . . ., cand. med., 24 Jahre.

Versuchsnummer	168		176		177		179		182		185		186		190	
Datum	3. II. 97.		4. II. 97.		5. II. 97.		6. II. 97.		8. II. 97.		9. II. 87.		10. II. 97.		11. II. 97.	
Arbeitsgrösse	112,8 Meter × (73,8 Kg. Körpergewicht + 15 Kg. Belastung) 88,8 Kg. = 10 018,64 Kilogrammeter.															
Arbeitszeit	13 Min. 56 Sec.		14 Min. 28 Sec.		14 Min. 7 Sec.		13 Min. 32 Sec.		14 Min. 10 Sec.		14 Min. 24 Sec.		14 Min. 24 Sec.		14 Min. 11 Sec.	
	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.
Pulsfrequenz vor Arbeit	14,56 15,27 15,98	91,62	13,74 14,11 13,60	82,90	13,18 12,68 13,61	78,94	15,69 15,90 15,54	94,26	12,94 13,56 13,39	79,78	13,20 12,80 13,62	79,24	12,27 12,27 12,92	74,92	13,29 13,13 13,50	79,84
Pulsfr. sofort nach Arbeit	25,00 23,58 21,61	140,38	23,17 21,01 18,69	125,74	23,76 22,30 21,04	134,20	26,09 23,83 21,98	143,80	25,31 24,12 22,57	144,00	23,89 21,30 19,28	128,94	24,03 21,12 19,86	130,02	24,12 21,82 20,68	133,24
Pulsfr. 2 Min. nach Arbeit	19,65 19,35 19,51	117,02	15,57 15,03 15,07	91,34	15,61 15,66 15,46	93,46	17,94 18,19 17,74	107,74	17,43 17,16 17,33	103,84	15,33 16,01 15,64	93,96	15,60 15,69 14,92	92,42	17,17 17,06 16,40	101,26
Pulsfr. 5 Min. nach Arbeit	18,71 17,53 17,76	108,00	16,06 15,48 15,64	94,36	15,84 14,90 14,60	90,68	17,22 16,35 16,54	100,22	16,00 15,93 16,24	96,34	15,77 15,05 15,46	92,56	15,62 15,76 15,94	94,64	16,45 16,67 16,67	99,58
Pulsfr. 10 Min. nach Arbeit	16,85 16,74 16,59	100,36	15,89 16,49 16,22	97,20	15,18 14,88 14,49	89,10	17,58 16,85 16,96	102,78	15,83 15,57 15,66	94,12	15,58 15,17 14,85	91,20	15,21 14,87 15,04	90,24	16,14 16,36 16,34	97,68
Pulsfr. 15 Min. nach Arbeit	16,62 16,39 16,32	98,66	15,28 14,94 14,89	90,22	15,54 15,19 15,24	91,94	16,29 16,38 16,07	97,48	16,30 15,70 15,27	94,54	15,25 15,42 15,58	92,50	14,95 14,36 14,81	88,24	16,31 15,75 15,40	94,92
Pulsfr. 20 Min. nach Arbeit	15,48 15,50 16,05	94,06	15,16 15,07 14,60	89,66					15,76 15,63 16,03	94,84	15,00 15,24 15,06	90,60	15,30 14,34 14,56	88,40	16,18 15,88 16,00	96,02
Pulsfr. 25 Min. nach Arbeit			14,42 14,04 13,88	84,68					15,78 15,22 14,74	91,48	14,89 14,59 15,06	89,08	14,09 14,39 15,29	87,54	14,64 14,82 14,00	86,92
Pulsfr. 30 Min. nach Arbeit			14,03 13,87 13,71	83,22					14,41 14,80 15,09	88,60	14,75 15,05 15,46	90,52	13,99 14,46 14,80	86,50	15,95 15,90 15,65	95,00
Bemerkungen	Nach Arbeit ziemlich stark vermehrte Athemfrequenz und Transpiration.		Starke Transpiration nach Arbeit. Sonst keine Beschwerden.		Mässige Transpiration.		Etwas Transpiration.		Sehr wenig Transpiration.		Arbeit ohne Beschwerden. Sehr mässige Transpiration. — Hat Abend vorher getanzt.		Ohne Beschwerden.		Ohne Beschwerden.	

Versuchsnummer	202		206		208		212	
Datum	23. II. 97.		24. II. 97.		25. II. 97.		26. II. 97.	
Arbeitsgrösse	108 Meter × (77,5 Kg. Körpergewicht + 15 Kg.							
Arbeitszeit	13 Min. 34 Sec.		13 Min. 40 Sec.		13 Min. 51 Sec.		13 Min. 32 Sec.	
	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.
Pulsfrequenz vor Arbeit	9,96 10,41 10,34	61,42	9,96 9,83 10,07	59,72	10.58 10,63 10,70	63,82	10,30 9,70 10,09	60,18
Pulsfr. sofort nach Arbeit	22,91 22,15 21,58	133,28	21,71 20,29 19,00	122,0	21,45 20.33 19,32	122,20	21,57 20,57 19,71	123,70
Pulsfr. 2 Min. nach Arbeit	17,02 16,51 16,83	100,72	15,65 14,98 15,04	91,34	14.57 13.98 13,71	84,52	14,34 14,36 14,44	86,28
Pulsfr. 5 Min. nach Arbeit	13,70 14,23 13,45	82,76	14.55 13,19 12,84	81,16	13,11 12,14 12,88	76,26	12,73 12,79 13,14	77,32
Pulsfr. 10 Min. nach Arbeit	12,80 13,00 13,27	78,14	13,57 12,83 13,53	79,86	13,01 13,17 13,22	78,80	12,91 13,31 13,55	79,54
Pulsfr. 15 Min. nach Arbeit	11,80 11,71 12,10	71,22	12,89 13,29 13,82	80,0	12,37 12,59 12,19	74,30	12,42 12,34 12,56	74,64
Pulsfr. 20 Min. nach Arbeit	11,84 12,82 13,29	75,90	12,28 12,42 12,96	75,32	12,42 11,98 12,59	73,98	12,25 11,62 11,86	71,46
Pulsfr. 25 Min. nach Arbeit	11,52 11,24 12,19	69,90	12,04 13,40 11,60	74,08	11,62 11,13 11,98	69,46	11,61 10,88 11,19	67,36
Pulsfr. 30 Min. nach Arbeit	10,90 11,21 10,10	64,42	11,22 11,05 11,76	68,06	11,50 11,63 11,07	68,40	11,75 10,50 11,22	66,94
Bemerkungen	Mässige Transpiration, ziemlich stark beschleunigte Athmung. Leichtes Müdigkeitsgefühl.		Wenig Transpiration. Mässig beschleunigte Athemfrequenz. Leichtes Müdigkeitsgefühl.		Etwas mehr Transpiration. Mässig beschleunigte Athemfrequenz. Keine körperliche Ermüdung.		Nach Arbeit zieml. starke Transpiration. Hat vorhergehende Nacht wenig geschlf. Mäss. Alkoholgenuss.	

Arzt, 25 Jahre, gesund.

216	220	221	225	228
27. II. 97.	28. II. 97.	1. III. 97.	2. III. 97.	3. III. 97.

Belastuug) 92,5 Kg. = 9990,0 Kilogrammeter.

13 Min. 44 Sec.		13 Min. 37 Sec.		13 Min. 37 Sec.		13 Min. 40 Sec.		13 Min. 37 Sec.	
Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.	Pro 10 Sec.	Pro Min.
8,83		10,80		11,57		9,65		11,78	
8,11	**50,48**	10,81	**66,0**	10,53	**66,34**	9,49	**57,96**	9,87	**61,98**
8,30		11,39		11,07		9,84		9,34	
18,68		21,57		22,49		22,26		22,15	
17,06	**102,34**	20,96	**125,20**	20,91	**127,14**	21,36	**128,06**	21,37	**127,76**
15,43		20,07		20,17		20,41		20,36	
10,31		16,65		16,10		15,63		16,75	
10,00	**60,90**	16,35	**99,50**	16,34	**98,0**	15,64	**94,48**	16,65	**100,44**
10,14		16,75		16,56		15,97		16,82	
10,13		14,42		14,79		11,00		13,89	
9,95	**61,16**	14,02	**85,0**	14,67	**88,60**	12,77	**75,76**	12,01	**76,60**
10,50		14,06		14,84		14,11		12,40	
10,41		13,95		15,20		13,57		12,48	
10,96	**64,34**	14,03	**83,64**	15,28	**91,84**	13,07	**80,02**	12,38	**74,28**
10,80		13,84		15,44		13,37		12,28	
9,51		13,29		14,22		12,59		11,46	
9,26	**58,18**	12,84	**77,74**	13,33	**82,82**	12,17	**74,42**	11,32	**68,68**
10,32		12,74		13,86		12,45		11,56	
10,65		12,70		15,28		12,34		11,22	
10,03	**62,12**	12,56	**77,16**	14,77	**89,24**	13,78	**79,32**	10,85	**66,74**
10,38		13,32		14,57		13,54		11,30	
9,68		11,93		14,22		12,52		12,41	
8,90	**55,28**	11,73	**72,72**	14,21	**85,40**	11,76	**71,86**	12,92	**77,64**
9,06		12,70		14,27		11,65		13,49	
10,00		11,60		13,75		11,62		10,99	
10,27	**60,64**	11.19	**68,74**	13,00	**79,50**	11,76	**70,56**	10,88	**65,30**
10,05		11,58		13,00		11,90		10,78	
Keine Beschwerden. Mässige Transpiration.		War gestern etwas länger auf. Hat geraucht, Mässiger Alkoholgenuss.		Wenig Transpiration. Hat gestern Nachmittag eine anstrengende Velocipedtour unternommen.		Nach Arbeit ziemlich starke Transpiration. Keine körperliche Ermüdung.		Wenig Transpiration. Keine Beschwerden.	